

PRESSE SCIENTIFIQUE

DES
DEUX MONDES

REVUE UNIVERSELLE
DU MOUVEMENT
DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

ANNÉE 1860 — TOME DEUXIÈME

N° 3 — Livraison du 1^{er} Novembre.

PARIS

AU BUREAU
DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE

21, rue de Richelieu, 21

A L'IMPRIMERIE
DE DUBUISSON ET COMPAGNIE

5, rue Coq-Héron, 5

SAINT-PÉTERSBOURG : Dufour; Jacques Isakoff. — LONDRES : H. Baillière; Barthès et Lowell.
BRUXELLES : A. Deck. — LEIPZIG : Weigel. — NEW-YORK : Baillière.

—
1860

PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

REVUE UNIVERSELLE DU MOUVEMENT DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

SOMMAIRE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LA LIVRAISON DU 1^{er} NOVEMBRE 1860.

	PAGES
CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE (2 ^e quinzaine d'octobre), par M. BARRAL.....	193
LETTRES SUR SHEFFIELD, par M. Gustave MAURICE.....	198
COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES HEBDOMADAIRES DU CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE, par M. FOUCOU.....	204
RECHERCHES SUR L'HYBRIDITÉ, par M. le D ^r BERTILLON.....	209
SUR LES PROGRÈS DE LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE, par M. BARTHE.....	221
DE L'ÉTAT PRÉSENT DES DOCTRINES MÉDICALES DANS LEURS RAP- PORTS AVEC LA PHILOSOPHIE ET LES SCIENCES (suite et fin), par M. le D ^r DALLY.....	225
PHYSIQUE DE LA MER, par M. Élie MARGOLLÉ.....	236
LA CAVERNE DE DÉCORAH, par M. BARTHE.....	247
SUR LE CADASTRE DES TERRES, par M. J. PORRO (neveu).....	248
LES MINES ET L'INDUSTRIE EN CALIFORNIE, par M. SIMONIN.....	255
REVUE D'ASTRONOMIE, par M. GUILLEMIN.....	269
UN PAS DE PLUS VERS LES SOURCES DU NIL EN 1860, par M. MALTE- BRUN.....	277
TRAVERSÉE DES ALPES PAR UN CHEMIN DE FER (suite), par M. FOUCOU.....	280

SOMMAIRE DE LA CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE

Mort de MM. Hersent, duc Decazes, Jules Renouvier. — Discours prononcé par M. Gilbert, membre de l'académie des Beaux-Arts, sur la tombe de M. Hersent. — Services industriels et agricoles rendus par M. le duc Decazes. — Travaux de M. Renouvier. — Décorations de la Légion d'honneur accordées pour services rendus à la science et à l'industrie. — Fin des vacances des sociétés savantes. — Découverte de deux petites planètes et d'une nouvelle comète. — Cours gratuits faits aux ouvriers par les associations polytechnique et philotechnique. — Lectures publiques. — Séance annuelle de l'académie des Beaux-Arts. — Prix décerné pour une histoire de la gravure d'estampes en France. — Prix proposé pour une histoire de la musique. — Élection de M. Pelletier à l'Académie des Beaux-Arts. — Influence des découvertes scientifiques sur les grands travaux publics. — Construction des théâtres. — Procédé de M. Bessemer pour la métallurgie du fer. — Fabrication de l'acier de cémentation. — L'emploi de l'oxyde de zinc. — Prix d'honneur de l'exposition de Saint-Dizier. — Statistique de l'exposition de Besançon. — Météorologie du mois d'octobre. — Tempête dans la mer du Nord. — Ouragan dans le département de l'Hérault. — Aurore boréale. — Tremblements de terre à Constantinople et au Canada.

CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE

Mort de MM. Hersent, le duc Decazes, Jules Renouvier. — Discours prononcé par M. Gilbert, membre de l'Académie des beaux-arts, sur la tombe de M. Hersent. — Services industriels et agricoles rendus par M. le duc Decazes — Travaux de M. Renouvier. — Décorations de la Légion d'honneur accordées pour services rendus à la science ou à l'industrie. — Fin des vacances des sociétés savantes. — Découverte de deux petites planètes et d'une nouvelle comète. — Cours gratuits faits aux ouvriers par les associations polytechnique et philotechnique. — Lectures publiques. — Séance annuelle de l'Académie des beaux-arts. — Prix décerné pour une histoire de la gravure d'estampes en France. — Prix proposé pour une histoire de la musique. — Election de M. Pelletier à l'Académie des beaux-arts. — Influence des découvertes scientifiques sur les grands travaux publics. — Construction des théâtres. — Procédés de M. Bessemer pour la métallurgie du fer. — Fabrication de l'acier de cémentation par l'emploi de l'oxyde de zinc. — Prix d'honneur de l'exposition de Saint-Dizier. — Statistique de l'exposition de Besançon. — Météorologie du mois d'octobre. — Tempête dans la mer du Nord. — Ouragan dans le département de l'Hérault. — Aurore boréale. — Tremblement de terre à Constantinople et au Canada.

Pendant le mois d'octobre, la science, les arts et l'industrie ont perdu des hommes qui ont rendu d'éminents services; il y aurait de l'ingratitude à ne pas leur payer un juste tribut d'hommages et de regrets.

Nous saluerons d'abord le convoi d'un peintre éminent, de M. Hersent, membre de l'Académie des beaux-arts. L'industrie et les sciences ne restent plus maintenant étrangères aux productions des lettres et des arts, et nous voulons que la *Presse scientifique des deux mondes*, où les œuvres scientifiques réclament la première place, ne reste pas indifférente aux progrès des arts, aux productions littéraires. Ailleurs, presque partout, la science est l'accessoire : ici, elle est le principal. Dans les autres revues, les études littéraires sont presque tout ; ici, elles formeront l'ornement, ce qui est leur vrai rôle dans la société. Les travaux et la vie de M. Hersent ont été dignement appréciés par le discours suivant, que M. Gilbert a prononcé sur sa tombe, le 5 octobre, au nom de l'Académie des beaux-arts :

« Messieurs,

» C'est un même sentiment, un sentiment de tristesse sympathique, de sincère douleur, qui nous rassemble aujourd'hui près de cette tombe où nous venons rendre le dernier devoir à l'un de nos plus excellents, de nos plus éminents confrères, à celui qui, depuis si longtemps, apportait dans nos travaux l'aide de son expérience consommée, l'appui de sa droite raison guidée par un sentiment aussi fin qu'élevé; au confrère bienveillant que les infirmités de l'âge tenaient depuis longtemps éloigné de nos séances, mais qui, dans un corps débile, nous conservait les sentiments vivaces d'une affection que la vieillesse n'avait pu refroidir et qu'il savait nous exprimer dans toutes les occasions.

» M. Hersent était né à Paris, le 10 mars 1777; poussé par son penchant vers la peinture, il en étudia avec ardeur les principes sous l'habile direction de M. Regnault. Des progrès rapides furent bientôt le fruit d'études

sérieuses et persévérantes, et en 1796, à l'âge de vingt ans, il remportait le second grand prix de l'Institut.

» Cependant, sa santé s'était gravement altérée par des efforts trop laborieux, et sa famille, inquiète, crut nécessaire de lui faire abandonner, pour le commerce, une carrière où sa vie paraissait s'user rapidement.

» Il quitta donc l'atelier du peintre pour le comptoir du marchand. Mais il était plus facile à M. Hersent d'obéir à la volonté de ses parents que d'oublier l'art qui l'avait charmé, que de renoncer entièrement à ses chères études, et tout le temps qu'il pouvait dérober au sommeil et à ses nouvelles occupations était employé par lui à les poursuivre avec ardeur.

» C'est ainsi qu'il peignit son premier tableau : *Narcisse se mirant dans l'eau*.

» Sa vocation l'emportait enfin ; il quitta bientôt le commerce et revint avec bonheur à la peinture, unique objet de ses désirs. C'est alors qu'il produisit successivement le tableau d'*Achille livrant Briséis aux hérauts d'Agamemnon*, *Atala s'empoisonnant dans les bras de Chactas*, *la Mort de Bichat*, *Daphnis et Chloé*, *Las Cases soigné par des sauvages*, *le Passage du pont de Landshutt*, *Louis XVI distribuant des secours au peuple pendant l'hiver de 1788*, *l'Abdication de Gustave Wasa*, son chef-d'œuvre, qui a malheureusement disparu dans le sac du Palais-Royal, en 1848 ; *les Religieux du mont Saint-Gothard donnant des soins à une pauvre famille*, *Ruth et Booz*, et nombre de beaux portraits parmi lesquels il faut citer celui de Casimir Périer, ceux du roi Louis-Philippe et de la reine Amélie.

» M. Hersent avait été décoré en 1819 ; il avait été élu membre de l'Institut en 1822, et promu au grade d'officier de la Légion d'honneur en 1824. Sa carrière a été bien remplie ; ses œuvres, empreintes d'un sentiment délicat et vrai, sont restées gravées dans la mémoire de tous ceux qui professent le culte des arts. Il s'est éteint entouré des soins de sa famille et de l'affection inépuisable de la compagne de sa vie.

» Puissent les regrets qu'il laisse au milieu de ceux qui ont eu le bonheur de le connaître et d'apprécier ses aimables et nobles qualités, adoucir l'amertume d'une douleur partagée par tous ses amis ! »

M. le duc Decazes est mort à Paris, le 24 octobre, à l'âge de quatre-vingts ans et un mois. Les amis de l'agriculture et de l'industrie ont été profondément affligés par ce deuil, quoiqu'il soit arrivé selon l'ordre naturel des choses. Nous n'avons pas à parler ici du rôle politique de M. Decazes. Tout le monde sait que ministre, ambassadeur, grand référendaire de la chambre des pairs, il fut toujours homme de modération et de conciliation. La noblesse de son caractère, les ressources de son esprit lui permirent de faire beaucoup de bien et d'empêcher beaucoup de mal, dans notre siècle si agité par des passions ennemies. Le développement énorme qu'a pris en France la grande industrie a été commencé sous son administration. C'est lui qui a fait recommencer en 1819 la série des expositions nationales, interrompues par

nos malheurs. Il a fondé dans le département de l'Aveyron un des principaux établissements métallurgiques de France ; les forges et la commune importante de Decazeville rappelleront toujours son nom au milieu d'une contrée qui lui doit sa prospérité. Né près de Libourne (Gironde), dans un pays essentiellement viticole et agricole, M. Decazes comprit de bonne heure que les hommes d'État devaient dans notre patrie s'occuper avec une grande sollicitude des intérêts de l'agriculture, et surtout de l'une de ses branches, la viticulture, qui constitue l'une des principales richesses du sol national. C'est au duc lui-même que l'on doit la première organisation de la représentation officielle de l'agriculture dans les conseils du gouvernement. Il fut président du Congrès central d'agriculture, association qui, de 1845 à 1850, eut une importance réelle par les hommes qu'elle comptait dans son sein et par l'ardeur qu'elle mettait à approfondir les questions agricoles. L'an dernier, M. le duc Decazes a été élu vice-président de la Société impériale et centrale d'agriculture de France : « De toutes les grandeurs que j'ai reçues dans ma vie, me dit-il à cette époque, celle-ci me fait le plus de plaisir, c'est avec elle que je mourrai. »

M. Jules Renouvier est mort à Montpellier vers la fin de septembre, âgé de cinquante-six ans. Ancien saint-simonien, ancien représentant du peuple, M. Renouvier était surtout connu pour ses travaux archéologiques. On lui doit des publications importantes sur les églises du Languedoc et de l'Auvergne ; sur les monuments gothiques de l'Italie et de quelques villes de France ; enfin l'histoire de la gravure en Italie, en Allemagne, dans les Pays-Bas et en France au quinzième siècle.

Parmi les faits officiels, nous avons à signaler un certain nombre de décorations dans la Légion d'honneur, accordées pour des services scientifiques et industriels.

Ont été promus à la dignité de commandeurs :

MM. Béhic, directeur des services maritimes des messageries impériales ; — Desclozeaux, recteur de l'Académie d'Aix.

Ont été promus officiers de la Légion d'honneur :

MM. Comte, Gendarme de Bévette, Déglin, Berthier, Perrier, Pascal, ingénieurs en chef des ponts et chaussées ; Simons, administrateur des messageries impériales.

Ont été nommés chevaliers de la Légion d'honneur :

MM. l'abbé Aoust, professeur de mathématiques à la Faculté des sciences de Marseille ; — Barthélemy de la Pommeraye, directeur du Jardin zoologique et du Muséum d'histoire naturelle à Marseille ; — Deporta, médecin en chef de l'hôpital Saint-Roch, à Nice ; — Scoffier, médecin à Nice ; — Laprade, ingénieur des ponts et chaussées ; — Bellon, Brunet-Lecomte, Ponsen, fabricants de soieries, à Lyon ; — Perret, fabricant de produits chimiques

à Lyon ; — Goy, chef d'atelier, à Lyon ; — Remilleux, ouvrier en soie ; — Ruffier, président de la Chambre consultative des manufactures de Tarare ; — de Westerweller, agriculteur à Cornaton (Ain) ; — Ivaren, médecin des épidémies, à Avignon ; — Giraud, directeur du canal d'irrigation de Carpentras ; — Læuffer (Jean), manufacturier à Annecy (Haute-Savoie) ; — Demanet, chef d'atelier aux messageries impériales ; — Marquis, maître mécanicien de première classe de la marine ; — Bisson, médecin du ministère des finances ; — Lonclas, ingénieur des ponts et chaussées à Toulon ; — Ch. de Gasquet, directeur de la ferme-école de Salgues (Var) ; — de la Rochette, ingénieur civil, directeur de l'usine métallurgique de Toga (Corse) ; — Aymard, ingénieur des ponts et chaussées, chargé du service hydraulique de la Mitidja ; — Bastide, agronome dans la province d'Alger ; — Bourdon, directeur divisionnaire du service télégraphique de l'Algérie ; — Darré, conducteur principal des ponts et chaussées à Oran ; — Dupuy, médecin en chef de l'hôpital civil d'Oran ; — Lebiez, ingénieur des ponts et chaussées à Constantine ; — de Lépinay, ingénieur des ponts et chaussées dans la province de Constantine ; — Mœrus, ingénieur en chef des mines de la province de Constantine ; — Royer, sous-inspecteur des forêts à Alger ; — Viala de Sorbier, architecte en chef du département d'Oran ; — Gentil, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Grenoble ; — Picard (René), directeur de l'exploitation des chemins de fer du Dauphiné ; — Niepce (Etienne-Bernard), médecin inspecteur des eaux minérales d'Allevard (Isère) ; — Paraque, manufacturier à Marseille ; — Piror li, chirurgien en chef des hôpitaux, à Marseille ; — Bonnet, directeur de la magnanerie des Bouches-du-Rhône ; — de Tournadre, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées ; — Arnavon, fabricant de savon à Marseille ; — Granval (Alphonse), manufacturier à Marseille ; — Guignier de Pranchise, directeur de l'exploitation des forges et chantiers de la Méditerranée ; — Perrin de Jonquières, agronome dans le département des Bouches-du-Rhône ; — Schœlt-hammer, ingénieur en chef du matériel du chemin de fer de Lyon à la Méditerranée ; — Rabeau, inspecteur des ports à Troyes ; — le docteur Gendrin, médecin à Paris.

Le mois d'octobre voit finir les vacances des collèges, des lycées, des universités et des sociétés savantes. La Société d'encouragement pour l'industrie nationale, la Société philomatique et la Société chimique ont repris leurs travaux. Les nouveautés scientifiques qui y ont été présentées ne sont pas nombreuses. Il y a pourtant quelque activité en botanique et en physiologie animale, à cause des vacances qui existent à l'Académie des sciences. L'astronomie surtout a continué à enregistrer des découvertes de planètes et de comètes. Lors de notre dernière chronique, le nombre des petites planètes était de 60 ; on en compte maintenant 62, grâce à M. Ferguson, de l'observatoire de Washington, et de MM. Forster et Lesser, de l'observatoire de Berlin, ainsi que le rapporte notre collaborateur M. Guillemain, dans la Revue d'astronomie, que nous insérons plus loin. Nous ajoutons ici que

M. Tempel, de l'observatoire de Marseille, a trouvé le 23 octobre, dans la constellation du Petit Lion, une nouvelle petite comète qui a été vue le 25 à Paris par M. Villarceau, ainsi que le rapporte le bulletin quotidien publié par M. Le Verrier.

Parmi les cours qui s'ouvrent en ce moment à Paris, nous signalons ceux que les membres des associations polytechnique et philotechnique font gratuitement à la classe ouvrière. On sait qu'aux cours élémentaires ordinaires, M. Perdonnet a eu, cette année, l'heureuse idée d'ajouter des conférences d'un ordre plus élevé; MM. Babinet, Philarète Chasles, Perdonnet et nous-même, avons fait ainsi chacun deux conférences que les ouvriers de Paris ont suivies avec un empressement qui témoigne du vif intérêt qu'ils portent aux choses de l'esprit. M. Perdonnet a conçu le projet d'étendre ces conférences aux principales villes de France. Le succès de ces espèces de lectures, ainsi que les leçons faites à la Société chimique, ont donné l'idée à quelques hommes d'initiative d'organiser un certain nombre de lectures analogues à celles qui se font en Angleterre : il est probable que tous ces projets aboutiront. Nous enregistrons avec plaisir de tels faits, qui démontrent une certaine réaction contre la frivolité de tant de romans absurdes dont on bourrait le public.

L'Académie des beaux-arts a tenu sa séance publique annuelle le 6 octobre. Dans cette séance ont été décernés les grands prix de peinture, de sculpture, d'architecture, de gravure et de composition musicale, que nous n'avons pas à enregistrer ici; mais nous devons signaler le concours institué par feu Bordin, ancien notaire, pour une question se rattachant à l'histoire de l'art. Le sujet proposé cette année était l'*Histoire de la gravure d'estampes en France*.

L'Académie a divisé le prix. Elle a décerné une première médaille de 2,000 fr. à M. Henri d'Escamps, déjà couronné dans les précédents concours pour l'histoire de la sculpture et celle de la peinture en France; et une médaille de 1,000 fr. à M. Georges Duplessy, employé au département des estampes à la Bibliothèque impériale.

Le sujet proposé pour 1861 est l'histoire de la musique en France, depuis le quatorzième siècle jusqu'à la fin du dix-huitième.

L'Académie des beaux-arts, dans sa séance du samedi 27 octobre, a procédé à l'élection d'un académicien libre en remplacement de M. de Mercey. Le nombre des votants était de 43. Au premier tour de scrutin, M. Pelletier a obtenu 23 voix; M. Haussman, 10; M. Henri Delaborde, 9. Il a été trouvé un billet blanc.

En conséquence, M. Pelletier a été élu membre libre de l'Académie des beaux-arts, et cette élection a été approuvée par décret impérial du 31 octobre.

Les grands travaux publics exécutés dans ces dernières années ont

dû être achevés avec rapidité. La nécessité a forcé les ingénieurs et les architectes à s'enquérir des moyens d'agir les plus perfectionnés que la science avait pu inventer et combiner. Il en résulte qu'aujourd'hui il n'est plus permis de construire des monuments dans lesquels la forme extérieure est seule remarquable.

La construction du Théâtre-Lyrique et du théâtre du Cirque, qui s'élèvent en ce moment sur la place du Châtelet, de part et d'autre de la fontaine qui décore cette place, devra être achevée dans un an à partir de cette époque-ci. L'entreprise générale en a été confiée à M. Bellu. Cette construction soulève en ce moment deux importantes questions de chauffage et de ventilation. Plusieurs systèmes sont en présence. Nous sommes en mesure de dire que des expériences sérieuses se poursuivent dans le but d'appliquer aux nouvelles salles de spectacle les données physiques les plus récemment acquises à la science. Le sujet a donné lieu à plusieurs publications, parmi lesquelles on a remarqué une brochure très bien écrite et très bien pensée, de M. Emile Trélat, professeur au Conservatoire des arts et métiers. M. le docteur Bonnafont a aussi communiqué au Cercle de la *Presse scientifique*, sur l'hygiène des théâtres, un Mémoire intéressant qui sera analysé dans notre prochaine livraison.

Nous appelons l'attention de nos lecteurs sur la lettre de notre collaborateur, M. Gustave Maurice, que nous insérons ci-après; on y trouvera les détails les plus intéressants sur les procédés de M. Bessemer, relatifs à la fabrication du fer et de l'acier. Nous ajouterons ici que, d'après un des derniers numéros du *Scientific American* de New-York, on a substitué aux Etats-Unis l'oxyde de zinc à l'oxyde de fer pour la cémentation de la fonte transformée en fer malléable. Il paraît que l'oxyde de fer, employé pour enlever à la fonte l'excès de carbone, laisse par l'exposition à la chaleur rouge un résidu spongieux à la surface du métal. Le zinc se volatilisant à mesure que l'oxygène se combine au carbone, laisse la pièce cimentée sans être altérée.

Nous avons dit récemment dans ce recueil, que la métallurgie française faisait des progrès comparables aux plus rapides progrès signalés dans la métallurgie étrangère, et que l'exposition de Saint-Dizier en avait donné la preuve frappante. Cette exposition comptait 490 exposants, sur lesquels 120 représentaient l'industrie des métaux. Il a été décerné six médailles d'or d'honneur à MM. Bonnor, Degrand et C^e, à Orville, pour leurs fers laminés; — à MM. Jacquot frères et neveux, maîtres de forges à Rachecourt-sur-Marne, pour tous leurs fers; — à MM. Salin, Lasson et C^e, à Abainville (Meuse), et à M. Bussy (Haute-Marne), pour leurs fers en barres et leurs cylindres de laminoirs trempés; — à MM. Vivaux et C^e, maîtres de forges à Danmarie (Meuse), pour des bats de scierie, des volants, des cylindres de locomotive et de

la poterie en fer; — à MM. Duresne, Zégut et C^e, à Sommevoire (Haute-Marne), pour leurs fontes représentant des vases, des statues, des candélabres, etc., du meilleur goût et d'une exécution remarquable en même temps que d'un prix peu élevé; — à MM. Tréfousse, Herz et C^e, qui ont des maisons à Chaumont, à Paris et à New-York, pour leur mégisserie et leur ganterie, qui constituent un commerce considérable et une industrie honorable pour la France.

La distribution des récompenses décernées par le jury de Besançon se fera le 4 novembre; nous indiquerons les principales. Cette exposition a été très importante; elle comptait 2,300 exposants environ, savoir: 400 pour l'agriculture et l'horticulture, 1,100 pour l'industrie, 270 pour l'horlogerie, 520 pour les beaux-arts.

Pour achever le tableau des choses les plus essentielles que nous a offertes le mois d'octobre, nous devons dire quelques mots des circonstances météorologiques singulières qu'il a présentées. Comme le reste de l'année, il a été froid pendant longtemps, jusqu'au 20. Il a gelé dans plusieurs contrées; on a eu 4° à Wesserling, en Alsace; nous avons vu tomber de la neige pendant deux jours à Besançon. Mais à partir du 20 jusqu'au 30, il est survenu un véritable été avec un soleil resplendissant. D'après les observations faites dans notre jardin à Paris, la plus basse température a été observée le 13; le thermomètre est descendu à 0°. La plus haute température a été de 20°1 le 28. La moyenne des températures minima a été de 6°37; celle des températures maxima de 15°93; la moyenne générale de 11°15. Les moyennes ordinaires d'octobre à Paris sont de 10°97, de telle sorte qu'en résultat définitif, il a fait plus chaud que d'habitude de 0°2 environ. Il est tombé 56^{mm}.1 de pluie en treize jours; ces treize jours de pluie ont été compris entre le 1^{er} et le 19; il n'est pas tombé d'eau pendant les douze derniers jours du mois. L'évaporation a été de 13^{mm}.4. On a compté dix beaux jours, vingt et un jours couverts ou à moitié couverts. Pendant les beaux jours, la rosée était abondante le matin, et il y a eu fréquemment des brouillards. Les vents dominants ont été ceux du nord-ouest et de l'ouest pendant les deux premiers tiers du mois; la girouette a constamment marqué le sud ou le sud-sud-est depuis le 20.

Une tempête terrible a sévi sur la mer du Nord et la Baltique le 3 octobre. Un ouragan, dans la nuit du 28 au 29 octobre, a dévasté une partie du département de l'Hérault, fait déborder l'Ergue et tous ses affluents, fait écrouler plusieurs maisons et causé des désastres graves, tué plusieurs personnes à Clermont-l'Hérault, Canet, Ceyras, Nebiran, Villeneuve, Béziers, etc. D'après les bulletins météorologiques de l'Observatoire de Paris, une aurore boréale a été observée à Haparanda (Danemark) dans la nuit du 29; le 14, le thermomètre était

descendu à $-9^{\circ}2$ dans cette localité. Il y a eu deux secousses de tremblement de terre à Constantinople, dans la nuit du 17 au 18 octobre ; le même jour, 17, un tremblement de terre considérable s'est fait sentir au Canada.

J.A. BARRAL.

LETTRES SUR SHEFFIELD

III

Mon cher directeur,

Je ne vous parlerai pas des procédés de fabrication de la coutellerie et de la taillanderie qui sont, à quelques tours de main près, identiques aux nôtres ; et quant à l'excellence des produits, les grandes expositions de Londres et de Paris l'ont suffisamment fait apprécier pour qu'il soit inutile d'y insister ici.

Si on ne le voyait par soi-même, on se ferait difficilement une idée du développement extraordinaire auquel atteint la production de certaines maisons de Sheffield, en raison de l'étendue des marchés indigènes et étrangers qu'elles approvisionnent. Ainsi, pour n'en citer que quelques exemples, la seule maison W. et S. Butcher, qui n'est cependant pas la première, fabrique en moyenne par semaine 1,200 rasoirs, soit, pour toute l'année, 62,400, et ce n'est pas le seul article qu'elle confectionne ! La maison B.-J. Eyre et C^e établit dans le même temps 3 à 400 grosses d'objets divers et particulièrement de couteaux de table. Chose curieuse, elle façonne, également par semaine, les tibias de plus de 3,000 bœufs qu'elle reçoit de Russie, d'Australie, du Cap et de différents pays où les os de la race bovine sont considérés comme supérieurs en poids à ceux de l'Angleterre, qualité essentiellement recherchée pour la monture ordinaire des pièces de coutellerie. Et quels soins jusque dans les moindres détails ! Lorsque vous faites un achat en fabrique, remarquez le papier brun dans lequel on enveloppe les articles que vous avez choisis ; sans doute, son aspect n'a rien que d'ordinaire, mais si vous montez par hasard au-dessus des magasins, vous trouverez non sans surprise des salles entières consacrées à l'approvisionnement et au séchage de ce papier. Chaque ballot porte en effet la date de son entrée, et ce n'est qu'après un temps de séjour déterminé, après que chaque feuille est restée suspendue pendant longtemps sur des cordes, qu'on le juge digne d'envelopper cet acier façonné dont on écarte ainsi toute trace d'humidité avec une sollicitude sans pareille. Cet approvisionnement exige nécessairement un capital improductif d'une certaine importance et qui, dans certains cas, ne s'élève pas à moins de 100,000 francs.

Si vous formez le projet d'aller en Angleterre, gardez-vous en général de l'annoncer devant des dames, car vous pouvez être sûr d'entendre cette invariable demande : *Rapportez-nous donc des aiguilles*. Les aiguilles anglaises ont, il faut l'avouer, une réputation qui n'est pas usurpée, et jusqu'ici la supériorité qu'elles conservent ne leur a guère été disputée sur le continent. C'est aux environs de Sheffield et surtout à Redditch qu'on les fabrique ; mais c'est à Sheffield même qu'on tréfile l'acier et qu'on le coupe suivant les dimensions voulues. J'ai pu visiter l'une des plus anciennes maisons adonnées à ce genre de travail, celle de MM. Cocker frères, située sur l'une des rives de la petite rivière du Don, où l'on traite les plus riches marques de fer de la Suède pour les convertir en acier fondu destiné, en dernière opération, à passer à la filière. Quelles merveilleuses matières et quelle merveilleuse industrie ! On m'a montré du fil d'acier dont la valeur doit bien certainement être égale, sinon supérieure, à celle d'un lingot d'or de même poids ; un seul kilogramme de cet acier a pu fournir près de 62 kilomètres de fil ! Ce n'est là qu'un tour de force ; c'est une curiosité du genre de celles qu'on rencontre dans certaines fabriques de coutellerie, où l'on peut admirer de petits ciseaux presque microscopiques, qui ne pèsent chacun qu'une fraction de gramme.

On m'a dit que la production totale des aiguilles en Angleterre pouvait être estimée de 12 à 15 millions de francs. Ce chiffre n'a rien qui doive étonner, si l'on veut se rappeler qu'entre cette fabrication et la nôtre, qui est presque insignifiante, il n'y a que celle de l'Allemagne qui n'emploie que l'acier ordinaire, et par conséquent ne produit que des aiguilles de seconde qualité. On peut se demander d'où vient notre infériorité sur ce point, et pourquoi nous ne fabriquons pas aussi bien que nos voisins. Est-ce parce que notre tréfilerie, si remarquable pour le fil de fer, existe à peine pour le fil d'acier ? Est-ce parce que nous n'avons pas les ouvriers convenables ? Non. La première, la principale raison, c'est qu'on n'a jamais voulu payer en France le prix que valent les aiguilles de qualité supérieure, et que nos fabricants restreints, il est vrai, dans leurs débouchés, préfèrent, dans ce cas, répandre à bas prix une marchandise médiocre, à laquelle ils trouvent un plus facile écoulement ; et puis, s'il faut tout dire, il y a encore ce vieil argument de nos pères : *Il en a toujours été ainsi* — qui vient du défaut d'initiative de notre industrie, défaut dont le temps finira bien par triompher cette fois, avec l'aide du traité de commerce. Qu'un pays fabrique un produit d'une manière supérieure parce que son sol lui offre tous les éléments qui peuvent concourir à cette supériorité, rien de mieux. Mais est-ce ici le cas, et les fers de Dannemora qui viennent à Sheffield se transformer en acier, ne peuvent-ils aussi bien recevoir en France la même transformation, et donner des fils d'acier aussi remarquables ? Et quant à l'habileté de la main d'œuvre, les ouvriers français sont-ils si maladroits et si peu intelligents qu'ils ne puissent, avec les mêmes matériaux, réussir aussi bien que ceux de l'autre côté de la Manche ? La fabrication des plumes de fer, longtemps monopolisée à Birmingham,

a bien fini par s'implanter en France, à Boulogne-sur-Mer, et à prospérer, malgré les droits exorbitants dont les tôles d'acier étaient frappées; pourquoi n'en serait-il pas de même pour les aiguilles?

N'ayant pu rester que quelques jours à Sheffield, vous comprenez qu'avec le désir de voir beaucoup de choses, il n'y avait guère moyen de les voir en détail; aussi, mes visites faites au pas de course, et commencées chaque jour à la première heure, me laissaient tous les soirs dans les jambes une fatigue dont mon sommeil seul aurait pu vous donner une idée, car il n'a pas été une seule fois troublé par le voisinage d'un bruyant quatuor de martinets, dont la mélodie bien connue n'est généralement agréable qu'à l'oreille du maître de forges. Si un mois de séjour est à peine suffisant pour étudier à fond l'industrie du sol et du sous-sol de Sheffield, jugez par là de ce qu'on peut faire en quatre jours, et ne blâmez pas la concision des notes et des impressions que je vous adresse. Ne vous étonnez donc pas que je me sois contenté d'admirer les belles cloches d'acier de MM. Naylor et Vickers, sans visiter l'atelier où on les fond avec la même facilité que le bronze, depuis les petits modèles jusqu'à ceux qui dépassent le poids de 3,000 kilogrammes. Les avantages qu'on leur attribue sont une grande légèreté, et par conséquent une grande facilité de suspension et de mise en branle, une justesse, une puissance et une portée de ton remarquables, enfin et surtout une réduction de prix dépassant toutes prévisions. Et quand je vous aurai cité la grande usine de M. John Brown, située rue Saville, où l'on fabrique d'immenses quantités de tampons de choc et de ressorts pour voitures et trucs de chemins de fer, les gigantesques laminoirs pour acier de MM. Firth, les machines à découper de MM. Hunter et fils, qui ne débitent pas moins de 1,500 grosses de lames d'outils par semaine; quand je vous aurai dit qu'il y a des établissements de premier ordre entièrement consacrés à la fabrication des appareils de chauffage et d'éclairage, je vous demanderai la permission de vous parler du procédé de transformation directe de la fonte en acier, imaginé par M. Bessemer, dont les fourneaux sont situés vers l'une des extrémités les plus reculées de la ville. Bien qu'il ne soit pas facile d'entrer dans la place, j'y suis cependant parvenu, grâce à une stratégie dont les détails seraient trop longs à consigner ici, mais dont j'offre de donner le secret à tous ceux qui pourraient se trouver dans une position semblable à la mienne.

L'affaire Bessemer a fait assez de bruit depuis son origine pour qu'il soit inutile de vous en tracer l'historique. Tout le monde sait en effet avec quelle incrédulité on a accueilli M. Bessemer lorsqu'il a parlé, dans le principe, de convertir la fonte liquide en fer malléable, et de maintenir cette fluidité du métal pendant un temps suffisant pour permettre de le couler dans des moules, et cela sans l'emploi d'aucun combustible pendant ce travail de conversion. Vouloir assimiler le fer aux autres métaux, l'affiner et le couler de la même manière était une énormité qui fit hausser les épaules à tous les

vieux maîtres de forges, habitués à considérer le four à puddler comme la dernière expression du progrès. Néanmoins l'émotion fut tellement grande au début que, praticiens et savants, tout le monde courut en Angleterre pour juger *de visu* les nouveaux procédés métallurgiques. Les expériences, il faut l'avouer, ne furent pas brillantes, et bien des anathèmes ont été lancés contre une théorie traitée tout d'abord d'audacieuse et de folle. En France, il n'en eût pas fallu davantage pour tuer l'inventeur et l'invention, et M. Bessemer, perdu sans retour comme métallurgiste, eût plutôt trouvé à emprunter cent mille francs pour monter un café sur le boulevard, que cent francs pour continuer ses intéressantes et pénibles recherches. Heureusement pour lui qu'il était en Angleterre, et le pays qui n'a pas craint de dépenser près d'un demi-milliard pour réaliser la dernière œuvre de Brunel, ne lui a pas refusé les capitaux qui lui étaient nécessaires.

Dans le principe, M. Bessemer voulait, par la seule intervention d'un courant d'air énergique, enlever à la fonte liquide non-seulement tout son carbone, mais encore le silicium, le soufre et le phosphore qu'elle renferme, et arriver ainsi à la production d'un fer liquide. Sans doute l'idée est ingénieuse; mais est-elle bien réalisable? Et pourquoi s'évertuer à brûler la totalité du carbone d'ailleurs pour produire, il faut bien le dire, un fer médiocre, sinon mauvais, quand, en brûlant une quantité moindre, on peut obtenir, avec moins de peine, un produit de meilleure qualité et de plus grande valeur? En voulant passer de cette manière de la fonte au fer, ne rencontre-t-on pas en chemin l'acier qui leur est supérieur à tous deux? Telles sont sans doute les réflexions qui sont venues à l'esprit de M. Bessemer, car, laissant pour un moment de côté la grande solution qu'il poursuivait, il s'est presque exclusivement consacré à la production de l'acier par son procédé, et à son développement commercial.

L'usine de Sheffield est montée dans ce but; et pour vous mieux faire comprendre les opérations qu'on s'est proposé d'y pratiquer, j'emprunterai à l'inventeur les explications qu'il a données lui-même en 1859, dans l'une des séances de la Société des ingénieurs civils de Londres¹:

« La forme des vases qui a été trouvée la plus convenable pour la conversation de la fonte, ressemble un peu à celle des retortes en verre employées par les chimistes pour la distillation. Le vase est monté sur un axe et revêtu intérieurement de pisé formé avec de la poussière de route; ce revêtement dure pendant le travail de trente ou quarante charges, et l'on peut alors le réparer ou le renouveler promptement et à peu de frais. Le vase est placé dans une position inclinée pour recevoir la charge de fonte liquide, et pendant ce temps les tuyères se trouvent au-dessus de la surface du métal. Aussitôt que toute la charge a été versée, on fait mouvoir le vase sur son axe, de manière à amener les tuyères au-dessous du niveau du métal; ensuite

¹ Records of Mining and Metallurgy, par Arthur Phillips et John Darlington, p. 165.

le travail est mis immédiatement en pleine activité, et vingt jets d'air minces, mais énergiques, s'élancent à travers la masse fluide. L'air comprimé se dilatant, se divise en globules ou s'échappe violemment vers le haut, en entraînant une grande quantité de métal fluide qui retombe dans la masse en ébullition. Dans ce travail, l'oxygène de l'air produit d'abord la combustion du carbone contenu dans la fonte, et en même temps il oxyde le silicium. Il se forme de l'acide silicique qui, s'unissant avec l'oxyde de fer obtenu par la combustion d'une certaine quantité de fer métallique, fournit ainsi un silicate fluide d'oxyde de fer qui est retenu à l'état de scorie dans le vase et contribue à la purification du métal.

» Lorsque le métal est en ébullition, la masse entière s'élève au dessus de son niveau naturel en formant une espèce d'écume spongieuse; alors il s'opère une combustion excessivement vive dans chacune des innombrables cavités qui se renouvellent sans cesse. Ainsi, par la seule action du vent de la soufflerie, on atteint en 10 à 12 minutes, dans de très grandes quantités de métal, une température qu'on ne pourrait point obtenir en les exposant des jours entiers dans les fourneaux les plus énergiques.

» Le degré de décarburation du métal est réglé au moyen d'un compteur indiquant sur un cadran le nombre de mètres cubes d'air qui ont traversé le métal. *On peut ainsi obtenir avec la plus grande exactitude de l'acier de toute qualité ou dureté.* Dès que le métal a atteint le degré de décarburation voulu (d'après l'indication du cadran), les ouvriers font mouvoir le vase pour verser l'acier fluide dans une poche de fonderie attachée au bras d'une grue hydraulique. De cette manière, on peut facilement verser le métal dans des moules.....

» En coulant dans des moules de toutes espèces de formes de grandes masses d'un métal malléable parfaitement homogène, on n'a plus besoin d'avoir recours à l'opération lente, coûteuse et incertaine du soudage dont on se sert actuellement quand on doit obtenir de grandes masses de fer ou d'acier. »

Telle est, en substance, la communication de M. Bessemer; l'opération à laquelle j'ai assisté n'en diffère pas de beaucoup. La fonte que j'ai vu employer était de la fonte suédoise. La fusion en est opérée dans deux fours à réverbères, dont l'un est en activité tandis qu'on répare l'autre. Pendant cette fusion, l'espèce de cornue ou retorte dans laquelle la fonte doit subir sa transformation, et qui contient bien une chemise en pisé, est chauffée avec du coke chargé jusque près de la gueule. Au moment de l'opération, on fait basculer la cornue et on retire le coke avec un ringard.

Dès que la fonte est liquide, on la reçoit dans une cuve suspendue à une grue, et de cette cuve elle est vidée dans la cornue. Pourquoi ce double et coûteux transvasement? Sans doute parce que le trou de coulée du four à réverbère n'est pas au niveau de la gueule de la cornue; cette anomalie doit, m'a-t-on dit, disparaître.

J'ai souligné plus haut une phrase de la communication de M. Bes-

semer, relative au degré d'exactitude que le compteur permet d'obtenir dans la production de la qualité de l'acier, parce qu'il ne me paraît pas que ce degré d'exactitude annoncé ait pu jusqu'ici être atteint. J'en ai pour preuve la suppression du compteur ou tout au moins son absence de fonctionnement en ma présence, car dans l'opération que j'ai vue, le degré de décarburation a été estimé, non d'après la quantité d'air injecté, mais d'après le temps écoulé (20 à 25 minutes) et d'après la couleur et la longueur de la gerbe de flamme que vomit la cornue. Le vent donné par une puissante machine soufflante arrive dans la masse en fusion par les axes mêmes de suspension de la cornue.

L'opération terminée, on procède au coulage dans les moules, et les pièces qu'on veut forger sont portées à quelques pas plus loin sous un marteau pilon à vapeur. Lorsque je suis entré dans l'usine, j'ai vu façonner en passant un canon dont le métal provenait d'une opération précédente, et qu'on destinait à la Belgique; je dois avouer que la malléabilité de la matière semblait se prêter parfaitement, à chaud, au travail du martelage.

Je passe sous silence tout ce qu'il y a encore de provisoire dans l'installation de cette usine; on sent là que la période des essais et des tâtonnements est loin d'être passée. Quoi qu'il en soit, on fabrique, et ce qu'il y a de plus important c'est que cet acier de première fusion est vendu avec un prix suffisamment rémunérateur, pour ressorts, aiguilles de chemins de fer, etc. Et maintenant, sans revenir sur la possibilité encore lointaine et douteuse de la fabrication directe du fer, et en restant dans le seul domaine de l'acier, faut-il en croire M. Bessemer lorsqu'il prétend convertir toute espèce de fonte aussi facilement qu'il convertit celle de Suède? J'avoue que j'en doute, et je n'en veux pour preuve que les fontes de Suède que j'ai rencontrées dans l'établissement, et qui sont évidemment plus chères que les fontes du pays. Sans doute le procédé Bessemer peut s'appliquer à des marques inférieures, mais l'acier obtenu a-t-il assez de qualité pour lui assurer un facile écoulement? Ce n'est pas dans une visite aussi rapide que la mienne que de pareilles questions peuvent être élucidées.

Je ne vous ai pas parlé de l'acier fondu, mais il est évident qu'en versant dans l'eau la masse liquide sortant de la cornue, on obtient immédiatement une grenaille qui, refondue par les procédés ordinaires, doit fournir un produit de seconde fusion, *seul capable* d'être employé avantageusement à la confection des outils.

En résumé, dans l'état de stationnement où se trouvent depuis si longtemps les procédés de la métallurgie du fer, on doit encourager les inventeurs sérieux qui, comme M. Bessemer, et avant lui M. Chenot père, montrent des voies nouvelles et essayent avec une patience courageuse et pleine de sacrifices de soustraire une classe intéressante d'ouvriers au terrible et souvent dangereux travail du puddlage. Déjà, en 1858, M. W. Fairbairn, l'éminent ingénieur dont le nom est aujourd'hui presque aussi populaire en France qu'en Angleterre, disait à l'Association britannique : « Les découvertes de M. Bessemer se sont déjà

montrées d'une très grande valeur pour l'industrie, et l'on doit certainement en attendre l'introduction de perfectionnements encore plus grands, au moyen desquels on pourra produire l'acier sous forme de tôles et de barres, presque aux mêmes prix auxquels il est possible maintenant de fabriquer le meilleur fer. »

Je me suis, mon cher directeur, peut-être un peu trop longuement étendu pour cette fois, mais rassurez-vous, je suis tout près d'arriver au bout de mes notes et souvenirs, car je n'ai plus qu'une lettre à vous faire dans laquelle je vous parlerai des fabriques de théières et vous dirai quelques mots des mœurs de la population ouvrière de Sheffield.

GUSTAVE MAURICE.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES HEBDOMADAIRES

DU CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE

De la hausse et de la baisse des céréales, et des moyens d'y remédier à l'aide des magasins généraux, des récépissés et des warrants; M. Hervieux, MM. Gaugain et Féline. — Nouveaux appareils de vaporisation pour la marine, de M. Joly (d'Argenteuil); M. Desnos. — Turbine à grande vitesse de M. Girard; M. Chenot.

FIN DE LA SÉANCE DU 1^{er} OCTOBRE 1860. — Présidence de M. FÉLINE, membre du comité.

M. Gaugain fait hommage au Cercle, au nom de M. Hervieux, d'un ouvrage intitulé : *De la hausse et de la baisse des céréales, et des moyens d'y remédier à l'aide des magasins généraux, des récépissés et des warrants.*

Le Cercle de la *Presse scientifique* ayant pris, en 1859, l'initiative de cette importante question, une commission nommée dans son sein, et dont M. Gaugain fut le rapporteur, émit l'avis que le Crédit agricole dont la fondation serait, en France, la solution complète du problème que M. Hervieux s'est posé depuis, ne pouvait avoir d'autre base qu'un moyen de conservation garantissant tout à la fois la propriété de l'emprunteur et les droits du prêteur.

Un jeune écrivain, stimulé peut-être par cette heureuse initiative, a, le premier, répondu à cet appel, en publiant l'excellent ouvrage dont on vient de lire le titre.

Le but que l'auteur s'est proposé a été la découverte d'un moyen quelconque d'empêcher les trop fortes oscillations dans la hausse ou la baisse du prix des céréales : il consacre donc son premier chapitre à bien fixer la nature et l'importance du problème qu'il faut résoudre pour arriver à ce but.

Cherchant dans les leçons du passé l'enseignement qui doit éclairer le présent et assurer le progrès dans l'avenir, M. Hervieux étudie ce qui s'est fait en Egypte, en Grèce et à Rome pour conjurer la famine et prévenir par conséquent la hausse immodérée du prix des céréales.

Il cite, comme moyen principal, *l'importation*, tout en démontrant l'impuissance de l'approvisionnement par l'Etat; puis il conclut en disant, à propos des intérêts, connexes quoique en apparence opposés, du consommateur et du producteur, que « toutes les mesures prises pour soulager la misère des uns, doivent, si elles sont bonnes, remédier aux maux des autres. »

M. Hervieux passe ensuite en revue les moyens employés en France jusqu'en 1789 et prouve, par de nombreux exemples, combien furent insuffisantes, dans la plupart des cas, toutes les mesures réglementaires relatives à l'importation et à l'exportation, celles basées sur la prohibition complète, sur les réquisitions, sur l'établissement du maximum, etc.; puis passant à ce qu'on a cru devoir faire également en France, depuis 1789 jusqu'à nos jours, il en démontre le vice en prouvant que jamais l'administration, quelque soin qu'elle ait pu prendre, n'a fait autre chose que pallier le mal sans le conjurer et sans en avoir trouvé le remède.

Partant de ces études préliminaires, aussi complètes que consciencieuses, M. Hervieux arrive à rechercher les éléments nécessaires à la solution du problème, et il en trouve deux principaux, l'un qui lui est fourni par la législation moderne, l'autre que lui offrent naturellement les travaux des savants et des praticiens.

« Comment, se dit tout d'abord l'auteur, mettre dans la main du producteur le prix de la production sans lui en ôter la propriété? Par les prêts à l'agriculture qu'il faut, ainsi que le dit nettement le programme impérial du 5 janvier 1860, faire participer aux bienfaits des institutions de crédit. »

Un seul mode est possible pour que le prêteur ait ses sûretés, c'est le prêt sur gage, et M. Hervieux, qui retrouve ici toutes les ressources de sa profession d'avocat, passant en revue les lois de 1830 et celles de 1831, le décret du 21 mars 1848, la loi du 28 mai 1858 et le décret organique du 12 mars 1859, en déduit que « la création du nantissement n'entraîne aujourd'hui ni embarras, ni risques; ni embarras, puisque le déposant n'a point à justifier de sa qualité de propriétaire vis-à-vis les magasins généraux, et que le gage se crée sans déplacement de la marchandise et sans autre formalité que le simple endos du warrant; ni risques, puisque la marchandise reste dans les mains d'un tiers qui ne pourra s'en dessaisir sans la justification du remboursement des avances faites par le prêteur. »

M. Hervieux prouve ensuite que l'exécution du gage n'est pas moins facile, et, rappelant à ce sujet, toutes les dispositions de la législation moderne, il en arrive à cette conclusion, que « rien ne s'oppose plus à ce que l'habitude des warrants ne s'établisse en France et même en Algérie où les deux lois de 1857 et le décret organique de 1859 ont été rendus exécutoires.

« Les services que peuvent rendre les warrants sont déjà compris par le commerce, qui ne les considère plus comme une ressource extrême réservée aux négociants embarrassés dans leurs affaires. Que l'agriculture, dit-il en finissant, comprenne de même les bienfaits qu'elle en peut attendre, et bientôt il n'y aura plus de disettes. »

M. Gauguier voit avec raison dans cette opinion le plus complet hommage au principe que proclamait le Cercle l'année dernière, lorsqu'en parlant des silos manutentionneurs, suspendus et fermés, de Philippe de Girard, il reconnaissait que ce système de silos résout la question du prêt direct sur le produit des récoltes, et rend possible ainsi la création rationnelle du crédit

agricole, au moyen de warrants spéciaux qui mobiliseront instantanément et rendront conséquemment producteurs, les énormes capitaux immobilisés et improductifs dans les greniers du cultivateur et dans les magasins du négociant.

M. Féline remercie M. Hervieux de la part du Cercle, et émet l'opinion que son système rendrait de non moins grands services avec le mode de conservation des grains de M. Doyère, qu'avec les silos de Philippe de Girard.

Sur la demande de M. Hervieux, présent à la séance, M. le président prie MM. Gaugain, Barthe et Desnos d'étudier le système proposé par l'auteur, et d'en faire l'objet d'un rapport étendu au Cercle; travail qui sera une suite toute naturelle au rapport de 1858.

M. Desnos dit quelques mots, à la fin de la séance, sur divers perfectionnements apportés par M. Joly (d'Argenteuil) aux appareils de vaporisation pour la marine. Notre confrère annonce en même temps l'intention de présenter bientôt un plan détaillé d'une de ces nouvelles chaudières, construite par M. Joly pour une machine de la force de 900 chevaux.

SÉANCE DU 8 OCTOBRE 1860. — Présidence de M. Gaugain, membre du comité.

M. Chenot présente au Cercle une turbine à grande vitesse du système de M. L.-D. Girard. Ce moteur est très répandu en ce moment à Gênes, chez des industriels qui reçoivent l'eau motrice des conduites de distribution d'eau de la ville, sous la pression correspondante à une hauteur de chute de 50 mètres. La construction de cette turbine est basée sur ce que M. Girard appelle *le principe de l'évacuation du fluide moteur par évasement rationnel* : en d'autres termes, l'eau n'agit pas par réaction, à sa sortie de la turbine, mais par pression contre des aubes disposées en manière d'éventail par rapport au centre.

Antérieurement à l'application de ces turbines aux grandes chutes, M. Girard les avait fait servir, convenablement disposées, à utiliser la force motrice de l'eau sous de très basses chutes, telles que les rivières et la plupart des cours d'eau navigables. Ainsi dans l'usine de Noisiel-sur-Marne, l'un de ces récepteurs, de plus grandes dimensions que celui présenté par M. Chenot, est appliqué à une chute de 0^m.40 seulement, tandis que les petites turbines établies à Gênes fonctionnent sous des hauteurs de chute 125 fois plus considérables. Dans le premier cas, la dépense d'eau ne va pas à moins de 12,000 litres par seconde, tandis qu'il y a de petites turbines, à Gênes, qui n'évacuent pas plus de 2 litres dans le même temps. Il y a donc là une très grande variété de résultats à obtenir, sans parler des avantages considérables qui résultent d'une distribution de force motrice à domicile dans les villes industrielles.

La turbine présentée par M. Chenot a été calculée pour une chute de 50 mètres avec un débit de 30 litres par seconde et soumise, au Conservatoire des arts et métiers, à une série d'expériences dont nous allons donner les résultats principaux.

FÉLIX FOUCOU.

RECHERCHES SUR L'HYBRIDITÉ¹

Le mythe et la science. — De l'espèce suivant la science et suivant le mythe. — Les divers types du genre *Canis* et du genre *Homo* sont-ils des espèces ou des races? — Antiquité de ces types. — Fixité des types humains. — Valeur de la fécondité et de la stérilité pour la délimitation des espèces. — Des croisements. — De la pluralité des espèces humaines.

Le mythe et la science. — L'histoire des progrès de l'esprit humain n'aurait qu'à dérouler le tableau flatteur de ses conquêtes successives, si la science, si la méthode, si la philosophie eussent été les nourrices et les directrices de la jeune intelligence de nos premiers ancêtres. L'admiration et la reconnaissance pour les générations éteintes seraient les seuls sentiments que développerait dans nos cœurs cet incomparable spectacle. Mais quelque privilégiés que nous nous supposions parmi les cohabitants de notre planète, notre intelligence n'est pas douée d'une telle virilité, qu'elle puisse dès l'abord se saisir du vrai ou seulement discerner la grande route qui y conduit. Avant d'entrevoir, de désirer, puis de nous approprier la vérité, nous l'avons imaginée dans l'émotion et le trouble de nos premières sensations. Puis, pendant des siècles, nous avons adoré, prosternés, ces poétiques reflets de nos cerveaux. Malheur aux premiers qui, par une indiscrete activité de l'esprit, s'avisent de troubler cette béate confiance qui s'ignore elle-même et s'adore dans ses propres visions!

Dans tous les siècles, dans tous les pays, ces épopées, ces cosmogonies mystiques, reçues avec tant d'enthousiasme à leur naissance, ont dû bientôt se déclarer sacrées, inviolables, instituer des lois terribles contre toute nouvelle mythologie, contre tout promoteur, fût-il un Socrate, osant s'écarter du mythe reçu. Mais c'est surtout contre la science que tonna la foudre des dieux, car la science changeait irrévocablement non-seulement les idées, mais encore la méthode elle-même.

Voilà ce qui dramatise en tout temps la pathétique histoire des progrès de l'esprit humain. Car la lutte est incessante. Quelques épisodes célèbres, Socrate, Galilée, Savonarole, Vico, etc., ont pu voiler cette continuité pour ceux qui ne savent que la superficie des choses ou qui ont des raisons pour en oublier le fond; mais l'histoire proteste et prouve à toutes ses pages que le combat est sans relâche entre tout mysticisme et toute science; le premier n'a que des dédains pour le fruit des labeurs de la seconde, et le plus souvent il déclare ses découvertes abominables, hérétiques et sacrilèges, pour peu qu'elles paraissent en contradiction avec la mythologie en créance.

Aujourd'hui que le bourreau n'est plus que l'homme de la loi civile, la lutte n'a pas cessé pour cela, mais elle est devenue plutôt intellectuelle; toutes les finesses du sophisme, toutes les ruses de l'interprétation, toutes les partialités et les tours de force de l'esprit de secte s'exercent à retenir l'intelligence rivée aux mythes antiques. Ce changement de terrain est un progrès sans doute; et il est bon, il est juste de se rappeler souvent combien de sang et de larmes ce premier progrès a coûté à nos valeureux et persévérants aïeux.

¹ Recherches sur l'hybridité animale en général, et sur l'hybridité humaine en particulier, considérées dans leurs rapports avec la question de la pluralité des espèces humaines; par le docteur PAUL BROCA, professeur agrégé de la Faculté de médecine, chirurgien des hôpitaux, secrétaire de la Société d'anthropologie. Un vol. grand in-8, Paris 1860, chez Victor Masson. — Voir aussi le *Journal de physiologie*, t. 1, II et III.

Pourtant ceux qui ont hâte de voir l'esprit humain, enfin libre d'entraves, s'avancer victorieusement et rapidement vers l'avenir, souffrent et s'irritent du travail ridicule et vain auquel on se livre encore de notre temps, et par lequel on s'efforce ou de subordonner la science à la légende, ou, comme pis-aller, d'interpréter la légende selon la science. Double attentat, qui a toujours pour effet de fausser les notions fondamentales, de retarder l'avènement de la science pure, et d'altérer aussi le sens de ces poèmes mystiques dont l'humanité avait revêtu ses premières sensations, ses premières idées, ses premières espérances—forme naïve, toujours digne de la méditation et du respect de l'historien, s'il la pouvait voir sans se rappeler soudain les crimes innombrables qui se sont commis pour elle, s'il pouvait oublier qu'en-
 core aujourd'hui elle reste la plus lourde entrave au progrès qui convie l'humanité vers un brillant avenir. Tournez, vieux derviche tourneur, tournez, mais laissez-nous marcher.

Et quels sont ceux qui, ne pouvant étouffer la science, s'efforcent de la raccourcir à la taille de la fable? Sans doute ce sont surtout les esprits faibles, ou ceux qui, absorbés, étouffés dans une spécialité trop étroite et trop exclusive, ont perdu la symétrie et l'équilibre de leurs facultés, ou encore ceux que liguent des intérêts instinctifs de caste et de secte. Cependant il se rencontre encore çà et là des hommes qui, doués d'un talent notoire, n'ont jamais pu, se repliant sur eux-mêmes, faire la part des idées puisées aux sources de la méthode moderne, et de celles qui appartiennent aux préjugés, aux croyances, produits de l'imagination de nos ancêtres. Ces idées, reçues avec le sang, sucées avec le lait maternel, se sont comme inséodées à leur esprit, et, quoique à son insu, se mêlent à tous ses jugements.

Combien n'a-t-on pas vu de Tycho-Brahé perdre leur vie et leur génie à parfaire cet accouplement adultère de la fable et de la science! mais il y a deux siècles que l'astronome danois a donné ce scandale au monde, et l'on peut s'étonner, avec M. Broca, de trouver encore le chantier de la science encombré de tant de tentatives du même ordre. L'auteur des mémoires que nous analysons marque dans tous ses travaux, et notamment dans celui dont nous allons donner le résumé, sa vive opposition pour ces faibles et dangereuses complaisances : libre et hardi penseur, il a compris qu'une double tâche incombe à la philosophie moderne : la première et la plus importante peut-être, c'est de déloger le préjugé et l'erreur ; la seconde, de poursuivre et de conquérir la vérité ; car, pour décider l'esprit à se lancer dans cette âpre poursuite, il faut qu'il ait conscience de son ignorance ; si un préjugé la lui cache, non-seulement il ne fera aucun effort, mais encore il repoussera ceux qui auront été faits. « Je cherche la vérité, » disait un économiste à un vrai croyant, « et moi je la tiens, » répondit avec dédain celui-ci. Cette réponse est péremptoire ; il est manifeste que ce n'est pas le vain désir de troubler cette béate quiétude qui oblige la science à secouer ces vieilles légendes, mais la nécessité d'ôter les entraves qu'elles opposent au mouvement.

C'est à cette œuvre que le docteur Broca consacre ses labeurs. Il est doué, pour cette entreprise, de toutes les qualités désirables. La série de ses mémoires sur l'hybridité chez l'homme et chez les animaux montre avec quelle indépendance il sait peser et apprécier les questions les plus délicates et les plus ardues ; et, par un don plus rare, il arrive

chez lui qu'une bonne logique, une critique saine, ne font aucun tort à la vivacité de l'esprit, à la fine raillerie : on lit par plaisir ce qu'on avait entrepris par devoir ; on est tout à la fois instruit et récréé.

De l'espèce suivant la science et suivant le mythe. — M. Broca met d'abord en présence les deux conceptions différentes que l'on s'est faites de l'espèce. L'une, qui a sa source dans la seule observation, consiste à désigner sous le nom d'espèce « l'ensemble des individus constamment semblables ou ne différant les uns des autres que par des nuances accidentelles ou légères, et beaucoup moins prononcées que les différences qui les distinguent des espèces voisines. » On ne se préoccupe, dans cette définition de l'espèce, *ni de l'origine ni de la fin* de chacune de ces séries innombrables d'êtres qui, *sous nos yeux*, s'engendrent et se succèdent continuellement, chacun dans son espèce. Ainsi, on évite de se prononcer sur des points qui nous, sont encore cachés ; on n'engage ni le passé ni l'avenir. Les illustres noms de Linné, de Lamarck et de Geoffroy Saint-Hilaire sont inséparables de cette doctrine si pleine de prudence, de vraie philosophie et, en apparence au moins, si inoffensive. Mais une autre doctrine, je devrais dire une autre croyance, plus commode, plus affirmative, avait depuis longtemps proclamé la perpétuité et l'inaltérabilité des espèces. Pour elle l'espèce est constituée par l'ensemble des individus qui descendent en ligne droite et sans mélange d'un couple unique et primordial. Tout un système, parfaitement complet, parfaitement orthodoxe, reposait sur cette immutabilité indémontrable, qu'on avait pris l'habitude de considérer comme un axiome. Mettre en doute la permanence de l'espèce et son unité de filiation, c'était à la fois attaquer les traditions respectées, saper la théorie du jour qui dominait l'histoire naturelle, c'était déranger tout le monde. On le vit bientôt aux luttes passionnées qui s'élevèrent.

Il est clair pourtant que faire intervenir dans la notion de l'espèce l'unité d'origine et de filiation, c'est sortir entièrement du domaine de l'observation, qui ne nous donne aucune lumière, qui ne nous permet aucune induction sur les origines des espèces actuelles. Ces espèces peuvent être le résultat d'évolutions, de transformations successives aux diverses périodes géologiques, de croisements de plusieurs espèces, etc. Qui donc peut assigner une limite aux combinaisons possibles s'exerçant dans des millions de siècles ?

La science ne permet donc pas de préjuger ces obscurs problèmes, qui n'ont jamais pu être abordés que par la poésie, la légende et le mythe. Si l'on cherche comment une idée si peu scientifique de l'espèce a pu se maintenir jusqu'ici, on reconnaîtra que sa persistance est due à ce qu'on la retrouve dans la plupart des légendes religieuses. Jéhovah ayant créé, Noé ayant sauvé une paire de tous les animaux, voilà d'un seul coup le problème parfaitement et commodément résolu.

On avoue bien, en y songeant, que la science ne peut accepter un tel point de départ ; mais une fois que l'hypothèse s'est emparée de l'esprit, elle n'en déloge pas facilement. Il ne suffit point de démontrer qu'elle est sans fondement ; l'esprit qui l'a délaissée un moment y revient par habitude. Il faut que le savant, s'il veut être entendu, compris et soutenu, interrompe la poursuite exclusive de la vérité et prenne la peine de convaincre le préjugé de fausseté.

C'est ce qu'a entrepris M. Broca. Ce travail occupe la première et la plus importante place dans ses recherches.

L'immutabilité des espèces, l'unité de filiation admise, supposait nécessairement la stérilité des croisements des espèces différentes, ou tout au moins l'infécondité de ces bâtards, leur impuissance à créer des descendants ou des espèces nouvelles; car celles-ci se fussent élevées en contradiction de l'axiome admis. Le produit *ordinairement* stérile de la jument et de l'âne, et quelques autres encore plus mal observés, étaient regardés comme des exemples suffisants pour appuyer une proposition de cette généralité. Les autorités, d'ailleurs, manquent rarement aux préjugés qui s'appuient sur des sources sacrées; et si Buffon paraissait avoir dû changer d'opinion vers la fin de sa vie, par suite de ses dernières expériences prouvant la fécondité indéfinie des hybrides du chien et du loup, on pouvait encore citer Cuvier, le prudent protecteur des vieilles choses.

M. Broca, appuyé sur les nombreuses observations et expériences qu'il rapporte, réduit en poudre cet échafaudage.

On voulait faire de la stérilité des croisements la caractéristique des espèces différentes, et de leur fécondité la preuve de l'unité d'espèce. D'abord, qui ne comprend que la caractéristique demandée pour tracer et borner le cadre de l'espèce, est absolument impraticable, et qu'asseoir la constitution de l'histoire naturelle sur cette base, c'est l'ajourner à la fin des siècles.

Mais il y a plus : l'expérience a montré qu'il suffit de changer un peu le milieu, les circonstances ambiantes, pour modifier souvent profondément les conditions actuelles de fécondité, conditions que l'on supposait si solides qu'on voulait en faire la base d'une théorie sur les origines des êtres : ainsi la captivité, la domesticité, le changement de climat, augmentent la fécondité chez certaines espèces et la développent chez certains métis ; quelquefois, au contraire, la fécondité est diminuée, détruite même entre individus de même espèce ; enfin, sous ces influences, non-seulement les espèces dévient souvent de leurs types actuels, mais encore des espèces très distinctes, appartenant même quelquefois à deux genres différents, s'accouplent et donnent lieu à des lignées fécondes, se multipliant par elles-mêmes, ou à des espèces nouvelles et plus ou moins intermédiaires.

On couçoit sans peine pourquoi, quand on veut obtenir ces produits nouveaux, il faut placer les animaux dans des conditions artificielles. Il est évident que dans la nature toutes les modifications, toutes les combinaisons qui s'accordaient avec les circonstances ambiantes, se sont depuis longtemps effectuées. Des êtres résultant de ces conditions et de ces croisements, les uns, moins bien doués ou ayant cessé d'être appropriés au milieu actuel, ont disparu, ont rompu les séries, ont réduit à une espèce des genres jadis nombreux, les autres survivent. Il est clair que, si nous voulons faire surgir chez ceux-ci des phénomènes nouveaux, des aptitudes, des goûts, des alliances nouvelles, il faut placer les êtres dans des conditions nouvelles et imiter selon notre pouvoir ce qui s'est fait dans la nature par les changements successifs de température, d'atmosphère, d'habitation et de cohabitation que la suite des siècles a imprimés à la surface du globe. Il n'y a donc aucun motif, au point de vue général, pour distinguer profondément les résultats obtenus dans nos expériences de ceux qui

ont pu l'être par la nature; aucun motif, ce nous semble, pour introduire dans la notion d'espèce son apparition naturelle ou artificielle, ainsi que l'a proposé M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire.

Dans tous les cas, si les conditions ambiantes se modifient assez profondément, les facultés et les instincts génésiques changeant aussi, des croisements et des espèces nouvelles sont possibles : voilà ce que prouve manifestement l'observation unie à l'expérience. La proposition sur l'immutabilité de l'espèce se trouve ainsi réduite : si les milieux restent les mêmes pendant un assez grand laps de temps, les espèces qui ont été formées ou conservées par cet état de choses, étant nécessairement en harmonie avec lui, se succèdent sans mélanges nouveaux, sans altérations notables.

Les divers types du genre Canis, du genre Homo, sont-ils des espèces ou des races? — Antiquité de ces types. — Après avoir ainsi débarrassé la notion d'espèce de l'idée étrangère d'unité d'origine et de filiation, et l'avoir ramenée à une conception que puisse accepter et vérifier la science, l'auteur applique immédiatement cette notion au genre *Canis* et au genre *Homo*. Il se demande si les différences qui existent entre les divers types de chien et entre les différents types du genre humain suffisent, en bonne zootaxie, pour faire admettre plusieurs espèces de chiens et plusieurs espèces d'hommes; il montre qu'ici, comme pour les autres êtres vivants, la science ne peut absolument rien présumer sur les origines. Il démontre l'antiquité des divers types : le lévrier, le basset sont représentés sur les monuments égyptiens, le mâtin sur ceux de Babylone; mais ces monuments retracent surtout et d'une manière frappante les différents types humains de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique.

Ainsi, il est bien certain que, depuis l'origine des temps historiques, c'est-à-dire depuis plus de quarante siècles, il existe dans le genre humain et dans le genre *Canis* un certain nombre de types bien distincts, qui, malgré les migrations, les alternatives de civilisation et de barbarie, etc., ont persisté d'âge en âge sans subir de changement appréciable. Les Juifs, les Grecs, les Ethiopiens, les Mongols modernes, semblent sortis des mêmes moules que ceux de leurs prédécesseurs qui vivaient du temps d'Aménophis et de Sésostris, qui vivaient un petit nombre de siècles après le déluge de la Bible! Serait-ce donc en quatre ou cinq siècles que les modifications si profondes qui séparent ces types se seraient opérées, alors que nous avons la preuve que les quarante siècles qui les ont suivis n'ont pu rien changer aux caractères respectifs de ces types? Poser ces questions, c'est les résoudre, c'est prouver combien on a dû fausser la vraisemblance et l'histoire pour sauver la légende.

Le groupe humain, dit l'auteur, constitue bien évidemment un genre : s'il ne renfermait qu'une seule espèce, ce serait une exception unique dans la création. Quelques genres qui, dans les faunes actuelles, ne renferment qu'une seule espèce, sont complétés dans les faunes antérieures par un certain nombre d'espèces aujourd'hui éteintes. Il est donc naturel de penser que le genre homme se compose, comme tous les autres, de plusieurs espèces.

Dans un très grand nombre de genres, les espèces diffèrent beaucoup moins les unes des autres que ne diffèrent entre elles certaines races humaines. Un naturaliste qui, sans s'inquiéter de la question

des origines, appliquerait purement et simplement au genre humain les principes généraux de la zootaxie, serait donc conduit à diviser ce genre en plusieurs espèces.

Fixité des types humains. — Il y aurait peut-être lieu de renoncer à cette manière de voir, si l'observation ou l'histoire attestait que les races humaines ont été le résultat plus ou moins récent des modifications imprimées à l'organisme par l'influence des milieux, et surtout si ces modifications disparaissaient avec les changements de milieu. Mais nous avons déjà rappelé l'antiquité des types humains. Aucun monument *historique* ne peut ni assigner l'époque où se seraient opérées ces modifications, ni seulement faire présumer qu'elles ont jamais eu lieu, puisqu'on retrouve ces principaux types quelques siècles après l'époque assignée au déluge par les Hébreux, c'est-à-dire après un laps de temps que de nombreuses observations nous ont prouvé tout à fait insuffisant à opérer de pareils changements. Entre beaucoup d'exemples propres à confirmer ce point, M. Broca cite cette colonie à cheveux blonds qui habite les montagnes situées entre la principauté de Tunis et l'Algérie : on la regardait généralement comme un reste des Vandales amenés par Genséric, il y a quatorze siècles; mais Dumoulin a montré, d'après le texte de Procope, que cette population était antérieure aux Vandales; et M. Broca signale, dans le *Périples* de la Méditerranée de Scylax (ouvrage antérieur à Alexandre), la mention d'une tribu de Libyens blonds, habitant près du mont Auresse, où réside aujourd'hui une tribu importante des Kabyles blonds. Ainsi, plus de deux mille ans de séjour en Afrique n'ont pu altérer le type originel de cette race blonde. Citons encore, d'une part les Juifs, dont la race, répandue depuis dix-huit siècles dans toutes les contrées du globe, a conservé partout les traits qui la distinguent; de l'autre, l'Égypte, qui depuis un bien plus grand nombre de siècles nourrit côte à côte plusieurs des types humains de l'Asie, de l'Europe, de l'Afrique, sans que cette communauté de milieu ait jamais pu seulement rapprocher ces types immatriculés depuis quarante siècles sur le granit de ses monuments.

On conçoit que d'après ces exemples M. Broca ait pu se laisser aller à généraliser et à conclure que les modifications que l'homme peut subir par la suite des siècles et sous l'influence des conditions extérieures sont relativement très légères, et n'ont aucun rapport avec les différences typiques des races humaines; — que l'homme, transplanté dans un nouveau climat et soumis à un nouveau genre de vie, ou succombe aux influences qu'il en reçoit, ou, si elles lui sont favorables, conserve et transmet à sa postérité les caractères essentiels de sa race; — et que ses descendants n'acquiescent pas plus que lui le caractère des races indigènes. « *Cælum, non corpus mutant qui transmare currunt.* »

Mais, pour nous, nous pensons qu'il est dangereux, en pareille matière, d'étendre aussi loin l'induction; n'est-ce pas tomber dans le défaut de méthode reproché à juste titre aux monogénistes et surtout aux partisans de la non-alterabilité de l'espèce? Contentons-nous de retenir que, depuis les temps historiques, les types éthiopiens, sémites, berbères, indo-européens, mongols, la colonie blonde de l'ancienne Petite-Syrie (mont Auresse), sont inaltérables; qu'ils résistent aux milieux et même quelquefois aux croisements des races; par ces faits, il

est démontré que l'habitat d'un même ciel est impuissant à fondre des types éloignés, et qu'un même type répandu sous des cieux très différents ne subit point de notables modifications. M. Broca, qui veut avec raison maintenir son sujet dans le domaine de la science positive, avait assez de cette inéluctable conclusion, renforcée encore par un grand nombre d'observations sur les autres types humains, pour lesquels les renseignements datent de moins loin. Puisque nulle part l'histoire ne nous démontre authentiquement la flexibilité d'aucun type, mais au contraire nous montre la fixité d'un grand nombre, la science positive doit d'abord enregistrer cette stabilité, sans préjuger la question pour longtemps insoluble de la fixité générale des espèces considérées, non plus dans les périodes historiques, mais prises dans les périodes géologiques, ou se poursuivant dans le temps et dans l'espace, comme dit Blainville.

Ne pouvant plus espérer de démontrer directement que les caractères distinctifs des races humaines sont nés des transformations d'un type primitif unique, les monogénistes ont cherché des preuves indirectes. Ils ont cru découvrir certains rapports entre les caractères des races humaines et les conditions climatiques où elles vivent. *A priori*, ce rapport paraît présumable; il faut nécessairement qu'il y ait harmonie entre l'organisation des êtres vivants et les milieux où ils sont plongés; mais cette harmonie ne permet aucune induction sur l'origine des types, ni sur celle des différences et des ressemblances qu'offrent les habitants de climats dissemblables. Il paraît ressortir des analyses de M. Broca, que les rapports qu'on avait cru saisir sont tout à fait erronés. Les anciens, qui ne connaissaient qu'un petit coin du globe, avaient cru trouver une certaine relation entre la couleur des hommes et les climats où ils vivaient. Les hommes à peau blanche supposaient que les nègres étaient des blancs bronzés par le soleil d'Afrique. Ovide racontait comment l'imprudent Phaëton, dans sa course aventureuse qui faillit mettre le feu à la terre, avait calciné l'Ethiopie et ses habitants :

*Sanguine tum credunt in corpora summa vocato
Æthiopum populos nigrum traxisse colorem.*

Lecat nous apprend comment, de son temps, en plein dix-huitième siècle, on avait pieusement christianisé cette fable païenne : « De savants commentateurs du Pentateuque, dit-il naïvement, invoquant à la fois l'astronomie et la géographie, ont calculé que le soleil était précisément au-dessus de l'Ethiopie lorsque Josué l'arrêta dans son chemin... »

Aujourd'hui, on s'accorde généralement à croire que le *sta sol* de Josué n'a failli brûler que Galilée, et n'a noirci que la sainte inquisition.

C'est un phénomène très remarquable, ajoute M. Broca, que l'obstination avec laquelle l'esprit de l'homme s'attache aux débris de ses anciennes croyances. Il n'est pas de sacrifice qu'il ne soit disposé à faire pour conserver, pour implanter au milieu des connaissances modernes des théories inventées dans les temps d'ignorance.

Puis, l'auteur passant en revue la distribution géographique des races suivant la couleur de leur peau, montre qu'on ne peut saisir au-

cune relation entre cette distribution et les conditions climatiques connues jusqu'ici : c'est ainsi que, sous le ciel rigoureux de la Patagonie, on trouve des races presque noires, tandis que, dans le même continent, elles ne sont que brunes sous l'équateur.

Les monogénistes, battus sur ces points matériels, se sont retournés vers l'intellectuel, et ils ont découvert qu'il y avait dans tout le genre humain un fonds commun d'idées, de croyances, de connaissances et de langage, attestant l'origine commune de toutes les races. « On pouvait leur objecter avant tout que cet argument était absolument sans valeur, attendu que des communications, même très indirectes, entre deux peuples d'origine différente, auraient pu faire passer de l'un à l'autre des mots, des usages et des idées. Mais il est résulté d'une étude plus approfondie de la question, que certains peuples n'ont absolument aucune notion de Dieu et de l'âme¹, que leurs langues n'ont absolument aucun point de contact avec les nôtres, qu'ils sont tout à fait insociables, et qu'ils diffèrent des peuples caucasiques par leurs caractères intellectuels et moraux bien plus encore que par leurs caractères physiques. »

Nous nous sommes efforcé jusqu'ici de faire pénétrer le lecteur dans la philosophie et la méthode qui guident notre auteur ; c'est dans ce but que nous avons analysé nous-même la première partie de son œuvre. Nous croyons maintenant devoir terminer en nous confiant au résumé très lucide que l'auteur fait lui-même et en le rapportant presque textuellement :

« Il n'était pas même nécessaire, dit-il, d'insister sur la difficulté ou plutôt sur l'impossibilité géographique de la dispersion de tant de races provenant d'une commune origine, ni de faire remarquer qu'avant les migrations lointaines et presque récentes des Européens, chaque groupe naturel de races humaines occupait sur notre planète une région caractérisée par une flore et une faune spéciales ; qu'aucun animal d'Amérique ne se retrouvait en Australie ni dans l'ancien continent, et que là où l'on découvrait des hommes d'un type nouveau, on ne rencontrait que des animaux appartenant à des espèces, souvent même à des genres, et quelquefois à des ordres zoologiques sans analogues dans les autres régions du globe.

« Et lorsqu'il était si simple de penser qu'il y avait eu plusieurs foyers de création pour les hommes, aussi bien que pour les autres êtres ; lorsque cette doctrine, conforme à toutes les données des sciences naturelles, faisait disparaître tous les obstacles géographiques ; lorsqu'elle expliquait si bien à la fois les analogies et les différences des types humains, et la répartition de chaque groupe de races ; lorsqu'en un mot elle rendait si exactement compte de tous les faits connus, la doctrine opposée s'agitait dans un cercle de suppositions contradictoires, d'hypothèses superposées, de théories édifiées sur un petit nombre de faits et bientôt renversées par d'autres faits inattendus, d'influences imaginaires démenties par l'observation, de romans anté-

¹ Ainsi, en conformité avec les récits des autres voyageurs, on peut voir dans l'ouvrage du Dr Livingstone, qui n'est point suspect de trop de philosophie, que toutes les populations de la pointe australe du continent africain, Buschman, Bechnanas, Cafres, non-seulement n'ont aucune idée de Dieu ni de l'âme, mais encore ont une sorte d'incapacité pour saisir ces notions, incapacité qui faisait le désespoir du docteur missionnaire, et que huit ans d'efforts n'ont pu vaincre, bien que ces peuplades fussent assez bien douées quant aux autres facultés.

historiques anéantis par la découverte des vieux monuments de l'histoire, d'explications boiteuses détruites par la physiologie, de sophismes nébuleux repoussés par la logique, le tout pour arriver à montrer non pas que toutes les races descendent d'une commune origine, mais que la chose, à la rigueur, peut n'être pas tout à fait impossible !

Valeur de la fécondité et de la stérilité pour la délimitation des espèces.

— « Où les monogénistes ont-ils puisé le courage et la persévérance nécessaires pour imposer à leur raison de continuels sacrifices, et pour résister à la fois aux témoignages de l'observation, de la science et de l'histoire ? Lorsqu'on analyse leur système, on y rencontre à chaque instant deux axiomes fondamentaux, qui sont pour eux comme des articles de foi, et dont l'évidence leur paraît suffisante pour l'emporter sur toutes les objections. Ces deux axiomes ont servi de prémisses à un syllogisme en apparence irrésistible :

1° *Tous les animaux capables d'engendrer une postérité eugénésique*¹, c'est-à-dire indéfiniment féconds entre eux, *sont de la même espèce*;

2° *Tous les croisements humains sont eugénésiques : donc tous les hommes sont de la même espèce.*

» Se croyant sûrs des deux prémisses de ce syllogisme, les monogénistes ont considéré leur doctrine comme rigoureusement et définitivement assise ; dès lors ils l'ont défendue avec cette confiance sans bornes que donne une conviction absolue. Assaillis par des objections pressantes, obligés de céder sans cesse, et ne pouvant faire un pas en avant sans être contraints de reculer aussitôt, ils ont senti chaque fois renaître leurs forces en rentrant sous leur syllogisme, comme Antée en touchant le sol. Tant que ce refuge leur restera, ils continueront la lutte, sinon avec avantage, du moins avec l'ardeur de la foi ; car si la foi ne transporte plus les montagnes, elle laisse toujours croire qu'on les peut transporter.

» Mais ces deux propositions fondamentales, admises comme des axiomes, sont-elles l'expression de la vérité ? Ce syllogisme triomphant dont elles sont les prémisses, peut-il encore rester debout ? Est-il vrai que les animaux de même espèce puissent seuls produire une postérité bien féconde (eugénésique) ? Est-il vrai que tous les croisements humains soient eugénésiques ? Il suffirait que la première de ces deux questions reçût une réponse négative pour que le syllogisme des monogénistes fût anéanti, pour que leur système fût privé de tout appui scientifique ; il redeviendrait ce qu'il était avant de s'être mis en contact avec la science, c'est-à-dire une croyance plus ou moins respectable, basée sur le sentiment ou sur la légende. Mais si la seconde question recevait à son tour une réponse négative, s'il était démontré que tous les croisements humains ne sont pas indéfiniment féconds, ce ne serait pas seulement le syllogisme des eugénésistes qui s'écroulerait, ce serait leur doctrine tout entière. Elle ne serait plus douteuse, elle serait retournée contre eux !

¹ M. Broca propose les termes suivants pour classer les divers degrés de fécondité des hybrides ou métis : *Hybridité agénésique*, métis tout à fait inféconds, soit entre eux, soit avec les espèces dont ils sortent ; *hybridité disgénésique*, métis inféconds entre eux, et rarement, difficilement, avec leurs espèces originelles ; *hybridité paragénésique*, métis peu féconds entre eux, mais prolifiques par croisement avec les espèces originelles, et métis de second sang, féconds entre eux ; *hybridité eugénésique*, métis parfaitement féconds, soit entre eux, soit dans tout autre croisement avec les espèces originelles.

» Cette doctrine ne serait plus seulement extra-scientifique, car il est bien positif que deux groupes d'animaux, assez différents pour être incapables de fusionner par la génération, n'appartiennent pas à la même espèce. C'est une vérité incontestable et incontestée.

» Nous avons donc été conduit à examiner successivement les deux propositions fondamentales qui servent d'assise à la doctrine unitaire, et pour cela nous avons dû entreprendre deux séries de recherches.

» Nous avons étudié en premier lieu les résultats de certains croisements entre animaux d'espèces incontestablement différentes, tels que les chiens et les loups, les chèvres et les moutons, les chameaux et les dromadaires, les lièvres et les lapins, etc., et nous avons démontré que ces croisements donnent lieu à des *métis eugénésiques*, c'est-à-dire parfaitement et indéfiniment féconds entre eux.

» Il n'est donc pas vrai que tous les animaux capables de produire une postérité eugénésique, indéfiniment féconde, soient de même espèce, et quand même tous les croisements humains seraient eugénésiques, comme on le croit généralement, on n'en pourrait rien conclure relativement à la question de l'unité de l'espèce humaine. Les monogénistes sont donc désormais privés de leur principal argument, du seul argument qu'ils pussent rattacher bien ou mal à la science.

Tous les croisements humains sont-ils féconds? — Mais il s'agissait de savoir encore si cet axiome vulgaire, que tous les croisements humains sont eugénésiques, était une vérité démontrée ou une hypothèse acceptée à la légère, sans vérification ni contrôle. Tel a été l'objet de la seconde série des recherches de l'auteur.

Il a reconnu d'abord que les monogénistes, considérant cet axiome comme évident, n'avaient même pas cherché à en démontrer l'exactitude, de telle sorte qu'à la rigueur on aurait pu l'écarter comme non avenue. Lorsque M. Broca a voulu établir, contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs modernes, qu'il y a réellement dans le genre humain des croisements eugénésiques¹, il n'a trouvé dans la science que des assertions sans preuves; aussi ses études sur les populations croisées de la France ont-elles, sous ce rapport, le mérite de la nouveauté.

Après avoir rendu, sinon tout à fait certain, du moins extrêmement probable que certains croisements humains sont eugénésiques, l'auteur recherche si tous les croisements humains sont dans le même cas.

« Or, il résulte des documents que nous avons pu rassembler, que certains croisements humains paraissent donner des résultats notablement inférieurs à ceux qui constituent, chez les animaux, l'hybridité eugénésique. L'ensemble des faits connus permet de considérer comme très probable que certaines races humaines, prises deux à deux, sont moins fécondes que ne le sont, par exemple, l'espèce du chien et celle du loup. — Si nous croyons, dit l'auteur, devoir faire quelques réserves, si nous laissons planer quelque doute sur cette conclusion, c'est parce qu'on ne saurait admettre sans de nombreuses vérifications un fait qui démontrerait définitivement et sans retour la pluralité des espèces humaines, un fait en présence duquel tous les autres s'effaceraient et qui rendrait toute discussion superflue, un fait enfin dont les conséquences politiques et sociales seraient immenses.

¹ Il s'agit ici de croisements donnant lieu à une postérité non-seulement durable, mais encore non déchue, pouvant se classer au même niveau que la moyenne des deux types originaires.

» Nous ne saurions trop insister pour appeler sur ce sujet l'attention des observateurs ; mais quel que soit le résultat des recherches ultérieures sur l'hybridité humaine, il reste bien et dûment constaté que des animaux d'espèces différentes peuvent engendrer des métis eugénésiques, et que, par conséquent, on ne pourrait tirer de la fécondité des croisements humains les plus disparates un argument physiologique en faveur de l'unité de l'espèce, quand même cette fécondité serait aussi certaine qu'elle est douteuse.

» *Conséquence de la pluralité des espèces humaines.* — Le grand problème que nous avons abordé dans ce travail est un de ceux qui ont le plus vivement passionné les hommes, un de ceux qu'il est le plus difficile d'étudier avec un esprit dégagé de toute préoccupation extra-scientifique. On y a mêlé jusqu'ici la religion et la politique. C'était presque inévitable, mais la science doit savoir se tenir en dehors de tout ce qui n'est pas elle-même. Il n'est pas de croyance si respectable, il n'est pas d'intérêt si légitime, qui ne doive s'accommoder aux progrès des connaissances humaines et fléchir devant la vérité, quand la vérité est démontrée. C'est pourquoi il est toujours téméraire de faire intervenir les arguments théologiques dans les débats de ce genre, et de stigmatiser au nom de la religion telle ou telle opinion scientifique, parce que, si cette opinion venait à triompher tôt ou tard, on aurait à se reprocher d'avoir compromis inutilement la religion. L'intervention maladroite des théologiens dans les questions d'astronomie (rotation de la terre), de physiologie (préexistence des germes), de médecine (possessions), de morale (le mérite et la grâce), etc., a fait plus d'incrédules que tous les écrits des philosophes. Pourquoi mettre ainsi les hommes en demeure de choisir entre la science et la foi ? et lorsque tant d'exemples célèbres ont mis les théologiens dans la nécessité de reconnaître que la révélation n'est pas applicable aux choses de la science, pourquoi s'obstiner encore à jeter la Bible sous les roues du progrès ? »

L'auteur, malgré la fermeté de ses convictions sur l'incompatibilité entre les dogmes et la science, croit cependant devoir terminer pieusement son livre en s'efforçant de montrer aux croyants que leur foi peut s'accorder avec l'opinion qui paraît la plus vraisemblable.

Nous eussions mieux aimé qu'il passât sous silence ces accommodements. Il faut qu'on prenne une bonne fois l'habitude de ne pas compromettre les mythes par la science et la science par les mythes. Autrement on perpétuera une lutte stérile dans laquelle certainement la science ne saurait être vaincue, mais dans laquelle les épopées mystiques seront absolument défigurées. Puisque nous ne pouvons plus garder la naïve ignorance des temps qui les ont produites, séparons-les résolument du progrès des connaissances ; n'altérons pas l'histoire, ne perdons pas le sens du passé. Mais les considérations suivantes, qui sont de notre auteur, nous paraissent autrement importantes, et nous devons attirer sur elles toute l'attention de nos lecteurs.

« L'intervention des considérations politiques et sociales n'a pas été moins fâcheuse pour l'anthropologie que celle de l'élément religieux. Lorsque de généreux philanthropes réclamèrent avec une constance infatigable la liberté pour les hommes noirs, les partisans de l'ancien ordre de choses, menacés dans leurs intérêts les plus chers, furent bien aises de pouvoir dire que les nègres n'étaient pas des hommes.

mais seulement des animaux domestiques plus intelligents et plus productifs que les autres. A cette époque, la question scientifique fit place à une question de sentiment, et quiconque faisait des vœux pour l'abolition de l'esclavage se crut obligé d'admettre que les nègres étaient des Caucasiens noircis et frisés par le soleil. Aujourd'hui que les deux plus grandes nations civilisées, la France et l'Angleterre, ont émancipé définitivement les esclaves, la science peut réclamer ses droits sans s'inquiéter des sophismes des esclavagistes.

» Beaucoup d'honnêtes gens s'imaginent que le moment de parler en toute liberté n'est pas encore venu, parce que la lutte de l'émancipation est loin d'être terminée aux Etats-Unis d'Amérique, et parce qu'il faut éviter de fournir des arguments aux partisans de l'esclavage. Mais est-il vrai que la doctrine polygéniste, qui date à peine d'un siècle, soit responsable à un degré quelconque d'un ordre de choses qui existe depuis un temps immémorial, et qui s'est développé et perpétué pendant une longue suite de siècles, à l'ombre de la doctrine, si longtemps incontestée, des monogénistes? Et croit-on que les propriétaires d'esclaves soient embarrassés pour trouver des arguments dans la Bible? Le révérend John Bachmann, fougueux monogéniste de la Caroline méridionale, s'est acquis dans les Etats du Sud une grande popularité, en démontrant avec beaucoup d'onction que l'esclavage est une institution divine. Ce n'est pas dans les écrits des polygénistes, c'est dans la Bible que les représentants des Etats à esclaves ont puisé leurs arguments, et M. Bachmann nous apprend que les abolitionnistes du Congrès sont restés bouche close devant cette autorité irréfragable! Qu'on cesse de croire qu'il y ait la moindre connexion entre la question scientifique et la question politique. La différence des origines n'implique nullement l'idée de la subordination des races. Elle implique, au contraire, cette idée que chaque race d'hommes a pris naissance dans une région déterminée, et qu'elle a été comme le couronnement de la faune de cette région; et s'il était permis de prêter une intention à la nature, on pourrait croire qu'elle a voulu assigner un apanage distinct à chacune d'elles, puisque, malgré tout ce qu'on a dit du cosmopolitisme de l'homme, l'inviolabilité du domaine de certaines races est assurée par leur climat.

» Que l'on compare maintenant cette manière de voir à celle des monogénistes, et qu'on se demande quelle est celle des deux qui est faite pour plaire aux partisans de l'esclavage. Si tous les hommes descendent d'un seul couple, si l'inégalité des races a été le résultat d'une malédiction plus ou moins méritée; ou encore, si les unes se sont dégradées et ont laissé éteindre le flambeau de leur intelligence primitive, pendant que les autres gardaient intacts les dons précieux du Créateur; en d'autres termes, s'il y a des races bénies et des races maudites, des races qui ont répondu au vœu de la nature et des races qui ont démerité; alors, le révérend John Bachmann a raison de dire que l'esclavage est de droit divin: c'est une punition providentielle, et il est juste, jusqu'à un certain point, que les races qui se sont dégradées soient placées sous la protection des autres, pour emprunter un ingénieux euphémisme au langage des esclavagistes. Mais si l'Ethiopien est roi du Soudan au même titre que le Caucasien est roi de l'Europe, de quel droit celui-ci imposerait-il des lois à celui-là, si ce n'est du droit que donne la force? Dans le premier cas, l'esclavage se pré-

sente avec une certaine apparence de légitimité qui peut le rendre excusable aux yeux de quelques théoriciens; dans le second cas, c'est un fait de pure violence contre lequel protestent tous ceux qui n'en profitent pas.

» A un autre point de vue, on peut dire que la doctrine polygéniste assigne aux races inférieures de l'humanité une place plus honorable que ne le fait la doctrine opposée. Être inférieur à un autre homme, soit en intelligence, soit en vigueur, soit en beauté, n'est pas une condition humiliante. On peut rougir, au contraire, d'avoir subi une dégradation physique ou morale, d'avoir descendu l'échelle des êtres, et d'avoir perdu son rang dans la création. »

D^r BERTILLON.

SUR LES PROGRÈS DE LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE

History, Theory and Practice of the Electric Telegraph, by George B. Prescott, superintendent of Electric Telegraph lines. — Boston. Tickner and Fields. 1860.

Sous ce titre, M. Prescott, directeur des lignes télégraphiques de l'Etat du Massachusetts, a récemment publié un volume d'une valeur scientifique véritable, et précieux en même temps pour la pratique de la télégraphie électrique. On y trouve exposés, sans doute, des principes théoriques connus de tous, des observations faites par d'autres; mais ce livre n'en constitue pas moins une œuvre originale remarquablement conçue dans son ensemble et clairement exposée dans ses détails. C'est le résumé d'études, de recherches et d'observations personnelles faites pendant quinze ans par l'auteur, chef du service télégraphique de l'Etat qu'il habite.

Ce volume débute par un hommage rendu à l'Américain Cyrus Field, dont la persévérance et l'énergie plus puissantes que tous les obstacles, ont pratiquement démontré la possibilité de mettre l'Europe et l'Amérique en communication instantanée par un fil électrique¹.

Les trois premiers chapitres traitent des principes généraux de l'électricité et du magnétisme, de leurs divers modes de production et de manifestation, des piles, batteries, etc. Le quatrième embrasse tous les modes de télégraphie connus, comparés au point de vue théorique et général. Dans les six chapitres suivants l'auteur s'étend sur la partie technique des instruments et sur leur emploi aux Etats-Unis et en Europe. Il y rend compte de tous les systèmes connus et décrits, de ceux de Morse, House, Bain, Hughes, etc., et des systèmes mixtes aujourd'hui en usage de l'autre côté de l'Océan. Il décrit avec détails l'appareil à aiguilles de Cooke et Wheatstone, celui à cadran de Froment et Bréguet, celui de Siemens en Allemagne, les divers appareils de Rogers, Horne, Zooke, Barnes, Farmer, Batchelder et autres. L'auteur complète cette partie de son traité par une discussion des

¹ M. Field est l'auteur du projet de câble transatlantique; il a consacré son temps et une grande partie de sa fortune à son exécution.

causes étrangères qui modifient la transmission régulière du courant électrique et donne des règles générales pour découvrir les causes des dérangements et des irrégularités qui en résultent. Nous extrairons à ce propos deux passages du livre, dont l'un signale une loi générale et dont l'autre a trait à un fait particulier.

De récentes observations ont permis de constater l'influence différente de l'action de l'humidité de l'air pendant la saison froide et pendant la saison chaude de l'année. Elle augmente l'intensité électrique en hiver et l'amoindrit au contraire en été. La cause de cette différence se trouve dans l'action contraire que d'une façon générale exerce l'humidité de l'air. D'une part, elle facilite l'écoulement de l'électricité accumulée dans les régions supérieures de l'atmosphère, vers la couche inférieure où se fait l'observation ; et d'autre part, elle aide à l'écoulement dans le sol de l'électricité que cette même couche possède. Dans le premier cas elle tend à augmenter l'intensité des manifestations électriques de l'instrument et à les diminuer dans le second. La résultante de son action est donc d'autant plus énergique que la conductibilité des couches supérieures est plus grande, ce qui a lieu dans la saison froide où ces couches sont plus chargées d'humidité.

Le fait spécial signalé par M. Prescott est relatif à l'action produite sur les fils conducteurs par l'aurore boréale observée à la fin de l'année dernière aux Etats-Unis. On connaissait les effets remarquables de perturbation qu'exercent ces phénomènes météoriques sur les lignes télégraphiques pendant qu'ils se manifestent ; mais on n'avait pas signalé la possibilité de faire usage du seul courant électrique naturel, qui se produit en même temps, pour transmettre les dépêches. Ce fait remarquable a eu lieu dans la matinée du 2 septembre 1859, de huit heures et demie à onze heures, sur les fils de l'American Telegraph Co, entre Boston et Portland, et sur d'autres lignes dans diverses parties des Etats-Unis. Au jour indiqué, l'action perturbatrice de l'aurore a été observée dès huit heures du matin sur toutes les lignes partant de Boston, et l'énergie de son action a forcé d'interrompre toute opération jusqu'à huit heures et demie. Les courants déterminés sur les fils par les instruments étaient à certains moments complètement neutralisés par l'électricité de l'atmosphère ; à d'autres moments, leur intensité était au contraire accrue au point de rendre les opérations également impraticables. Un chef de station eut alors l'idée de séparer les fils des batteries et de les mettre en simple communication avec le sol. Il faut observer que le courant électrique de l'aurore marchait par vagues plus ou moins intenses, et que lorsqu'une vague s'approchait ou se retirait, la perturbation produite ne permettait plus aux instruments de fonctionner ; la durée des vibrations des ondes de l'aurore variait ainsi de un quart de minute à une minute ; en conséquence, toute opération devait être accomplie entre un quart et une demi-minute.

Pendant ces intervalles, l'opérateur de Boston commença le colloque suivant avec son collègue de Portland :

« Mettez de côté votre batterie et essayons d'opérer uniquement avec le » courant de l'aurore. — Je suis prêt. — Comment ma dépêche vous parvient-

» elle. — Parfaitement. — Continuons jusqu'à ce que l'action météorique
» ait cessé. »

M. Milliken de Boston a ainsi expédié des dépêches jusqu'à onze heures. La communication se faisait beaucoup mieux par le seul courant de l'aurore que lorsqu'on essayait de faire agir la batterie en même temps, moins bien cependant que lorsque celle-ci fonctionnait seule en temps normal, et sans assistance céleste.

Dans les chapitres suivants, l'auteur traite des détails de construction des lignes télégraphiques, de la nature, de la dimension et de la qualité des fils, des bois à employer pour les poteaux et de leurs proportions, des meilleurs modes d'isolement, de la comparaison de tous ceux qui ont été proposés et des résultats pratiques qu'on obtient de chacun d'eux. Ce chapitre renferme une discussion approfondie sur les frais d'établissement et de manipulation des communications électriques aux Etats-Unis, en Angleterre, en France et en Allemagne. Un autre chapitre traite de la valeur et de l'effet utile des divers appareils employés dans le monde entier. Un titre comprend tout ce qui est relatif aux lignes souterraines et sous-marines exécutées, leur coût par mille et la durée de leur service. L'auteur y joint un compte rendu des expériences faites en Europe et aux Etats-Unis sur les phénomènes d'induction développés par les courants dans de longs conducteurs isolés, et retrace et discute les observations diverses auxquelles a donné lieu la télégraphie souterraine ou sous-marine.

Un chapitre décrit spécialement l'histoire du câble transatlantique, sa pose, son opération, ses interruptions, les appareils de transmission employés. Tous les messages et les signaux transmis sont fidèlement reproduits. L'auteur parle aussi du nouveau câble qu'on fabrique; le conducteur sera composé de sept fils métalliques d'une épaisseur double de celui qui repose sur le grand plateau sous-marin entre les continents d'Europe et d'Amérique. En augmentant l'épaisseur du conducteur, on espère obtenir, indépendamment d'une plus grande solidité, une rapidité plus grande dans la transmission des dépêches. Deux navires de grandes dimensions, spécialement destinés à la pose du nouveau câble, sont en construction.

Après avoir passé en revue les progrès qu'a faits la télégraphie électrique dans toutes les parties du monde et décrit sommairement le mode d'opération suivi dans chaque pays, l'auteur retrace avec détails ses diverses applications, soit aux observations purement scientifiques, soit aux choses d'une application journalière, telles que la mesure du temps, l'appel instantané des pompiers en cas d'incendie, comme on le pratique dans les grandes villes des Etats-Unis, la transmission du son, etc.

M. Prescott, prévoyant une époque peu éloignée où la terre entière sera entourée par une ceinture télégraphique continue, pose une question, que sa singularité autorise à reproduire. Supposons qu'un point quelconque du globe soit en communication avec son antipode : si c'est par l'ouest, une dépêche arrivera à destination avec douze heures d'avance; si c'est par l'est, avec douze heures de retard. La dépêche arrivera-t-elle à l'antipode la veille ou le lendemain? Et si la dépêche fait le tour du globe, elle gagnera vingt-quatre heures d'un côté et les perdra de l'autre; de sorte qu'en

tenant compte de la différence des heures et des rapports successifs qui en résultent d'un point à un autre, elle devrait arriver par l'est à son point de départ vingt-quatre heures avant de partir. L'application de la télégraphie électrique devra donc donner lieu à une nouvelle convention générale dans la mesure du temps.

Dans la partie théorique de l'ouvrage, l'auteur retrace dans un ordre chronologique les progrès de l'électro-magnétisme qui ont précédé l'invention de Morse¹, depuis l'expérience faite par Lemonnier dans le jardin des Tuileries, vers le milieu du siècle dernier, jusqu'aux travaux d'Ampère, Henry Gauss, Weber, Steinhell, Daniell, Wheatstone, du Moncel et autres, à qui l'humanité est redevable des moyens d'annuler le temps et l'espace.

M. Prescott consacre un dernier chapitre aux anecdotes télégraphiques. L'homme du monde trouve aussi dans ce livre de quoi le satisfaire. Nous n'extrairons de ce chapitre qu'une courte citation.

Une dame américaine nouvellement mariée demande par dépêche à son mari absent s'il sera bientôt de retour. Il répond que d'importantes affaires le retiennent et qu'il ne peut revenir avant quelques jours. La dame réplique par cette dépêche laconique :

AOÛT 12 — 1859

à F. C. P. — Dépêche reçue — Deutéronome XXIV — 5 — Signé Kath.

Fort intrigué, le mari finit par comprendre qu'il doit demander une explication à la Bible. Le paragraphe cité se lit ainsi :

« Quand un homme prend une nouvelle épouse, il ne doit point aller à la guerre et ne doit être retenu loin d'elle par aucune occupation. Il doit rester libre chez lui pendant plusieurs jours. »

En résumé, l'œuvre de M. Prescott est un traité complet et écrit *ex professo* sur la matière. Son importance scientifique le recommande, et c'est le guide le plus certain que puissent consulter les personnes qui pratiquent la télégraphie électrique. On doit désirer qu'une traduction française rende cet excellent livre familier à nos opérateurs.

E. BARTHE.

¹ Nous nous servons ici d'une expression consacrée, l'invention de Morse; Morse est, en effet, l'inventeur légal du télégraphe électrique. Les brevets sont en son nom; les honneurs et les récompenses ont été son partage; mais l'inventeur réel est le professeur Henry, directeur du *Smithsonian Institute* de Washington-City. Il réunit d'une publication insérée dans les rapports que publie cette institution, que toutes les expériences faites par M. Henry, les appareils par lui inventés ont été communiqués à M. Morse, qui se les est légalement appropriés. La *Presse scientifique des deux mondes* ne saurait négliger de soumettre de pareils faits à l'opinion publique.

E. B.

DE L'ÉTAT PRÉSENT DES DOCTRINES MÉDICALES

DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA PHILOSOPHIE ET LES SCIENCES¹

— Suite et fin —

M. Piorry succéda à M. Poggiale, et tint la parole pendant la plus grande partie de la séance du 3 juillet. Le savant professeur de la Faculté est vitaliste en physiologie, physico-chimiste en thérapeutique; selon lui, les phénomènes de la vie sont dus à des forces spéciales dont le point de départ est l'âme; mais, une fois données, ces forces spéciales fonctionnent sans que nous puissions agir directement sur elles; elles n'importent pas au médecin praticien. Pour mieux faire comprendre sa pensée, M. Piorry a choisi une heureuse image : la force qui fait mouvoir les masses inertes, et qui détermine leurs mouvements, est bien l'attraction; mais si l'on veut agir sur les mouvements de ces masses, est-ce à l'attraction qu'il faut s'en prendre? Non, c'est évidemment aux masses. Semblablement, ce n'est pas sur la vie que peut agir le médecin, mais sur le corps et ses propriétés matérielles. Or, parmi ces propriétés il en est qui relèvent de la physique et de la chimie, et par suite les médicaments ont des actions physico-chimiques. Aussi M. Piorry a-t-il apporté l'appui de son expérience aux doctrines de M. Poggiale, tout en affirmant l'existence de l'âme comme cause première des phénomènes vitaux.

M. Gimelle est venu ensuite à la tribune pour déclarer qu'il ne faisait aucune part aux lois physico-chimiques dans les phénomènes vitaux. A son avis, il n'y a rien de commun entre ce qui se passe au sein de nos organes vivants et ce qui se passe au dehors. M. Gimelle en croit trouver une preuve décisive dans l'impuissance de la chimie à reproduire les substances qui se créent dans l'économie vivante; par exemple, que l'on donne du sang à un chimiste, il vous dira bien tous les éléments qui le constituent, mais il ne saurait en reproduire artificiellement. M. Gimelle, on le voit, est impatient; il veut du sang à tout prix. Jusque-là il restera vitaliste, il croira « que la chimie n'est pas la nature; qu'elle peut bien donner la mort, mais qu'elle est impuissante à donner ou à rétablir la vie. »

Deux orateurs, des plus renommés et des plus savants, s'étaient fait inscrire, tous deux professeurs à la Faculté, non moins célèbres par leur érudition littéraire que par leur érudition scientifique, non moins importants par l'éclat de leur enseignement que par leur influence sur la profession; l'un médecin, l'autre chirurgien, tous deux philosophes, tous deux anciens membres des assemblées politiques. Nous avons nommé MM. Bouillaud et Malgaigne. Jamais contraste plus remarquable n'exista entre deux orateurs : M. Bouillaud a le langage doux, facile et l'accent distingué; il parle sans effort, et généralement sans énergie; son ironie est tempérée par son urbanité; il distingue avec soin les opinions opposées aux siennes, des personnes qui les émettent; pour celles-là, redoutable adversaire, il est pour cel-

¹ Voir tome II de 1860, page 134.

le-ci le plus aimable des collègues. M. Bouillaud termine chacune de ses périodes par quelque heureuse citation, qui reporte les auditeurs à leurs souvenirs classiques, et ramène le sourire sur leurs lèvres. Virgile, Racine, Corneille et Lafontaine sont ses vrais maîtres. On dirait qu'il cherche à s'excuser d'être savant; mais en vain! la science perce et se dessine vigoureusement sous son élégante enveloppe. Quant à M. Malgaigne, nous voulons dire que nous ne connaissons point d'orateur plus accompli. L'accent, l'attitude, le geste, et jusqu'à la noblesse des traits, tout s'harmonise admirablement dans son discours. Si, en écoutant M. Bouillaud, il semble que l'on soit à Rome, au temps d'Auguste, entre Virgile, Horace et Cicéron, en écoutant M. Malgaigne on se croit à Athènes, entre Démosthène, Protagore et Gorgias. La voix de M. Malgaigne est sonore, son accent a quelque chose de caractéristique, sa physionomie mobile trahit sa pensée; il confond sans cesse, dans une même attaque, ses adversaires et leurs doctrines; et c'est pourquoi la passion se mêle, involontairement sans doute, à son langage; son ironie est écrasante, et nul n'est plus habile que cet honorable professeur à mettre en contradiction avec eux-mêmes, à l'aide de lambeaux de phrases et de citations choisies, ceux que les hasards d'une longue discussion mettent en sa présence.

Mais revenons à la question: M. Bouillaud occupa la tribune pendant toute la séance du 17 juillet. Après avoir exposé que le discours de M. Trousseau, loin de jeter quelque lumière sur le débat, en avait, au contraire, singulièrement obscurci les termes, M. Bouillaud a dépeint les incertitudes dans lesquelles on se trouvait à l'Académie et dans le public médical, au sujet des doctrines du professeur de l'Hôtel-Dieu. M. Trousseau est-il vitaliste? Oui, tous les journaux de cette école le proclament; Montpellier le réclame pour un des siens, et d'un autre côté le camp des organiciens accueille, par un concert d'acclamations, celui qu'ils appellent un *nouveau converti*. Directement interpellé, M. Trousseau répondit par une profession de foi que nous citerons textuellement:

« Je crois qu'il n'y a chez l'animal vivant aucune manifestation qui ne suppose un *substratum*, c'est-à-dire un tissu, un organe: je suis donc *organicien*.

« Je crois, avec Descartes, que le principe immatériel et libre n'a chez l'homme (j'ajouterai chez les animaux) rien à faire avec les fonctions nutritives, ou avec ce que M. Dollfus a spirituellement appelé le *pot-au-feu de l'économie*; je ne suis donc pas *animiste* au point de vue physiologique.

« Je crois que la matière vivante, animale ou végétale, a des manifestations qui lui sont propres, qui n'appartiennent qu'à elle. Je les appellerai, faute de mieux, forces vitales ou propriétés vitales: je suis donc *vitaliste*. »

M. Bouillaud constata que, toutes réserves faites à l'égard de l'âme immortelle (dont il admettait au surplus l'existence), M. Trousseau était donc *matérialiste-organicien*, et qu'à cet égard ils étaient du même avis; puis, voulant traiter méthodiquement la question en litige, l'orateur la divisa en trois parties: 1^o l'application du fer à diverses maladies; 2^o l'application des doctrines physico-chimiques à la médecine, et 3^o le problème capital de l'*organisme* et du *vitalisme*, ou, pour parler plus nettement, du

matérialisme et du *spiritualisme* ou de l'*animisme*. Sur le premier et sur le second point, M. Bouillaud a soutenu les opinions de MM. Pize, Devergie, Poggiale et Piorry ; selon lui, les médicaments, et le fer en particulier, ont une action chimique, et prétendre qu'ils agissent autrement, c'est prétendre qu'ils agissent contrairement à leur nature ; dès 1836, il a indiqué le rôle immense des lois physico-chimiques dans les phénomènes physiologiques, et il a avancé que les sciences dites *accessoires* de la médecine en sont des sciences *constituantes*.

Sur le troisième point du débat, M. Bouillaud a cru devoir développer catégoriquement sa pensée ; examinant la philosophie des sciences, et faisant succinctement l'histoire des hypothèses qui ont été émises sur les forces, les principes et les causes, le savant orateur a prouvé que les efforts de l'esprit humain n'avaient point abouti à une conception unique à l'égard de la nature de la vie ; aussi, en résumé, n'accepte-t-il aucun système ; il reste, il est vrai, une *inconnue* au problème ; mais quelle en est la nature, et dans quels rapports se trouve-t-il placé avec notre organisme ? M. Bouillaud l'ignore.

A la séance suivante, M. Bouillaud devait cependant être un peu plus explicite sur la nature de ce principe, et si l'on fait abstraction de ses opinions de praticien sur la nature de l'action des médicaments, assurément personne n'est plus spiritualiste que M. Bouillaud, si ce n'est toutefois M. Gibert. M. Gibert, en effet, loin d'admettre que le principe immatériel et immortel n'a rien à voir dans « le pot-au-feu de l'existence » (en vérité, l'expression n'est pas heureuse), est venu se plaindre à la tribune du *cynisme* de M. Trousseau ; l'âme est toute-puissante sur le corps, qui n'est qu'un effet de cette toute-puissance ; or, les organiciens purs considèrent, au contraire, que l'âme, la vie, les forces, les propriétés, sont des *résultats* de l'organisation matérielle ; c'est de cette inversion dans les rapports de cause à effet que découle l'opposition en physiologie, en pathologie et en thérapeutique. Selon M. Gibert, cette âme n'est autre chose que la force vitale, dont l'union avec le corps est et sera toujours un mystère. Telle est la doctrine de l'*animisme*, à propos de laquelle M. Trousseau a jugé bon de répéter qu'il admettait avec saint Thomas d'Aquin et Aristote l'âme immortelle des hommes et des animaux, mais non celle des plantes ; M. Bouillaud fit une profession de foi analogue, et une controverse allait s'engager entre les trois honorables académiciens, sur l'âme, l'esprit et la matière, saint Thomas d'Aquin et Aristote, lorsque M. Malgaigne réclama ses droits d'orateur inscrit et prit la parole au milieu du silence le plus religieux.

Certes, nous ne chercherons pas à analyser la magnifique disquisition de M. Malgaigne ; un écrivain distingué de la presse médicale, M. A. Latour, l'a appelée « la plus belle dissertation de philosophie médicale que l'Académie ait entendue, » et nous souscrivons à ce jugement pour autant qu'ils s'adresse surtout à la forme ; or, l'on sait que les œuvres de cette nature ne supportent pas l'analyse sans un grave préjudice. Mais, négligeant la partie professionnelle (qui n'est autre chose qu'une négation radicale de tous les progrès que les sciences physico-chimiques ont fait faire à la médecine), nous tenterons de résumer les opinions de l'éloquent professeur sur les problèmes les plus

généraux des sciences humaines. M. Malgaigne, en effet, a étendu la question aux sciences physiques, et il s'est efforcé de prouver que les physiciens et les chimistes ont été conduits à donner une existence propre à l'électricité et à la chaleur, de même que les médecins l'ont fait pour la force vitale. S'appuyant de l'autorité d'Herschel, il n'hésite pas à dire que si ces *formes impondérables de la matière* ont une existence réelle distincte et séparable du corps, à plus forte raison il en est ainsi pour la force vitale; on peut accumuler l'électricité dans une bouteille de Leyde et la lui soutirer ensuite; pendant qu'elle était chargée, cette bouteille manifeste une puissance nouvelle qu'elle n'avait pas auparavant, qu'elle n'aura plus après la décharge; dira-t-on après cela que cette force n'a pas une existence distincte et séparable de la matière? Il en est de même du calorique, et, tout bien considéré, M. Malgaigne se range à l'avis d'Herschel. Eh bien! il en est de même aussi pour la force vitale, qui, plus que toutes les autres, se sépare des attributs de la matière; cette séparation est tellement réelle, que pendant une longue série de siècles, selon les témoignages les plus irrécusables de la science, la force vitale n'existait pas sur notre globe. « Non, non, ajoute l'orateur, vous ne sauriez concevoir qu'elle se soit faite d'elle-même; elle a été créée; elle porte le plus magnifique témoignage de la création et du Créateur.

» Considérons donc par la pensée comment cette force nouvelle a pu agir. Il n'y a rien de vivant sur la terre: en haut l'atmosphère déserte, en bas l'océan et le granit. Voici des gaz qui depuis des siècles se rencontrent sans jamais rien produire; à un jour donné, l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, soumis à cette force nouvelle, vont en recevoir de nouvelles propriétés; les végétaux vont s'organiser et vivre; ajoutez de l'azote et vous aurez les animaux. Cette force, infiniment plus puissante que le calorique et l'électricité, ne se borne pas à donner à la matière des propriétés nouvelles; pour un temps elle lui ôte une partie des anciennes; les affinités vitales l'emportent pour un temps sur les affinités chimiques. Il y a entre elles une sorte de lutte, une lutte dans laquelle la force vitale a été au moins une fois vaincue; toute trace de vie avait disparu du globe, et il a fallu une nouvelle création. »

Puis reprenant les comparaisons précédentes de la force vitale et des forces cosmiques, M. Malgaigne considère la première comme indépendante, douée d'une sorte d'instinct ayant pouvoir de composer et de décomposer, de faire monter la matière brute à l'état organique, de faire redescendre la matière organique à l'état de matière brute, d'où il définit la vie: *une lutte de la force vitale contre les lois physico-chimiques*. Ces doctrines connues, il est facile de deviner quelles doivent être la physiologie, la pathologie et la thérapeutique de M. le professeur Malgaigne; puisque les phénomènes vitaux, loin de reposer sur l'ensemble des forces cosmiques, sont en opposition avec leurs lois, non-seulement les maladies ne dépendent pas des altérations de structure et de texture de nos organes, mais encore il faut bien se garder d'avoir recours à des agents médicamenteux qui viennent troubler l'organisme dans sa tendance naturelle vers la guérison. Savoir attendre, ou comme disent les médecins faire de l'*expectation*, voilà en quoi

se résume la médecine pratique de M. Malgaigne, qui a appelé la thérapeutique classique *un ramassis de ce que les théories de tout temps ont produit de plus contradictoire*.

M. Poggiale prit la parole dans la séance du 31 juillet.

M. Malgaigne, dans la première partie de son discours, s'était adressé à M. Poggiale, et il avait d'ailleurs nié trop radicalement le rôle des phénomènes physico-chimiques dans l'existence animale, pour ne point s'attirer une réplique vigoureuse. Ainsi qu'il est aisé de le concevoir, M. Poggiale a insisté sur les faits; il a montré que le prétendu antagonisme des forces vitales et des forces physico-chimiques est une chimère; sur l'autorité du plus grand physiologiste contemporain, M. Claude Bernard, il croyait qu'on ne trouverait pas un seul physiologiste qui osât soutenir cet antagonisme; puis reprenant ses précédentes démonstrations, M. Poggiale établit à nouveau l'existence normale de phénomènes chimiques, physiques et mécaniques dans l'existence; il est vrai, dit-il en terminant, que la science ne permet point encore d'expliquer les propriétés du système nerveux, mais ce n'est pas une raison pour supposer une force nouvelle qui n'est soumise à aucune loi, et qui par conséquent n'appartient point aux sciences naturelles, mais à la métaphysique. Assurément, si le discours de M. Malgaigne a été « un grand événement » et « la plus belle dissertation de philosophie médicale que l'Académie ait jamais entendue, » celui de M. Poggiale a été le plus remarquable, le plus savant plaideur qui fût possible en faveur de la médecine scientifique.

Une nouvelle intervention de M. Devergie, au nom de M. Pize et en faveur du perchlorure de fer, eut lieu le 7 août. M. Devergie a conservé dans cette séance son rôle habituel de modération, de sagesse et d'éclectisme. Le 14 août, enfin, M. le professeur Piorry, dans une savante réplique à M. Malgaigne, est venu mettre fin à une discussion qui, après une durée de quatre mois, ne semblait avoir lassé ni un auditoire nombreux, ni la presse médicale¹, ni les honorables académiciens eux-mêmes, et qui a eu tout au moins le mérite de faire connaître l'état des esprits et de préciser bon nombre de questions importantes.

V

Que si maintenant nous cherchons à résumer les opinions qui se sont produites dans l'enceinte de l'Académie, nous trouvons sur quelques points, un accord parfait, sur d'autres des dissidences qui paraissent inconciliables. Faisant abstraction de l'ordre successif dans lequel les doctrines ont été émises, nous trouvons six questions principales qui ont été discutées :

1^o La première était tout à fait en dehors des attributions et de la compétence de la savante compagnie; elle est l'objet d'un *article de foi*, ainsi que l'a fort bien dit M. Bouillaud. Et cependant tous les crateurs

¹ Nous devons citer ici les très remarquables critiques que cette importante discussion a inspirées à MM. Dechambre, de Castelnau et Louis Peisse, dans la *Gazette hebdomadaire*, dans le *Moniteur des sciences* et dans la *Gazette médicale*.

M. Bouillaud lui-même, M. Bouillaud surtout), moins M. Poggiale, ont tenu à s'expliquer catégoriquement sur cet article de foi; MM. Trousseau, Bouillaud, Piorry, Malgaigne et Gibert ont déclaré qu'ils admettaient l'existence d'un principe immatériel, l'âme des cartésiens, immortelle et directement émanée de la divinité; mais tous aussi, moins M. Gibert, ont déclaré que cette âme n'avait rien à voir dans l'organisation, et qu'elle était par suite en dehors des objets des sciences; dès lors on conçoit comment certains médecins franchement spiritualistes en philosophie deviennent organiciens et matérialistes en médecine.

2^o Mais y a-t-il lieu d'admettre, en dehors de l'âme, l'existence d'une force spéciale, distincte en tant que cause, une âme de *seconde majesté*, selon l'expression de M. Lordat, et dont les manifestations vitales seraient des effets? Oui, répondent nettement MM. Malgaigne et Gimelle. Non, répondent aussi nettement MM. Poggiale et Piorry. Quant à MM. Trousseau et Bouillaud, ils penchent pour la négative; M. Devergie ne se prononce pas, et M. Gibert veut confondre cette force vitale avec l'âme.

3^o Laissant de côté la question des causes et des effets, observe-t-on dans les animaux et dans l'homme des manifestations caractéristiques exclusivement propres aux êtres vivants? Sur ce point, accord unanime.

4^o Les phénomènes de la vie des êtres organisés offrent-ils quelques traits qui leur sont communs à eux et aux êtres inorganiques? Y a-t-il dans l'économie vivante des phénomènes physico-chimiques? MM. Malgaigne et Gimelle ont été seuls à le nier.

5^o Mais soit en vue d'expliquer les maladies, soit en vue de les guérir, la pathologie et la thérapeutique ont-elles à tenir compte de ces phénomènes, et les lois physico-chimiques ont-elles ici quelque application? M. Malgaigne, M. Gimelle, M. Gibert et (par une inexplicable contradiction) M. Trousseau, se sont prononcés pour la négative. M. Poggiale, M. Piorry, M. Bouillaud et M. Devergie pour l'affirmative.

6^o Semblablement, la pathologie et la thérapie ont-elles à tenir compte des lois vitales? Ici encore il y a eu consentement affirmatif et unanime. Seulement les uns faisaient la part la plus large aux phénomènes physico-chimiques, les autres aux phénomènes vitaux.

On voit donc que sur trois points seulement, dont le premier est sans importance pour la philosophie médicale, et dont les deux autres ne sont que des vues partielles, il a pu exister quelque accord; loin de nous étonner de ce résultat, loin de nous en plaindre, nous dirons qu'il a justifié nos prévisions, et que nul signe ne pouvait être plus favorable au temps présent. Ceci est remarquable, que les anciens systèmes et les anciennes écoles médicales, exclusives et intolérantes, ne se soient pas montrées à l'Académie dans le cours de la discussion dont nous avons rendu compte. Tout au moins, qui eût pu les reconnaître sous leur forme actuelle? Les opinions de M. Malgaigne seules se présentent pures de tout mélange; pour lui les travaux accomplis depuis Hippocrate n'ont aucune valeur; sauf les découvertes de Newton qui servent à prouver l'existence de Dieu, tout n'est qu'aberration. C'est la nature qui fait tout, c'est la nature qui guérit, c'est la nature qu'il faut suivre et à laquelle il faut obéir; intervenir le moins pos-

sible surtout. Et cependant nous trouvons dans le discours de M. Malgaigne une petite phrase qui est la négation de tout son discours. « Que faisons-nous, s'est-il écrié, lorsque nous étudions l'organisation vivante? Nous constatons d'abord un certain nombre de faits, *qui sont du ressort de la physique et de la chimie...* » Eh quoi! vous constatez ces faits et vous déclarez ensuite qu'ils ne prennent aucune part à la vie et que le médecin ne doit pas les utiliser dans la pratique de son art! Cette contradiction fait tache au discours de l'éloquent professeur; mais si nous en faisons un moment abstraction, nous voyons que le rôle du médecin, dans la pensée de M. Malgaigne, est plutôt négatif qu'actif. Sans doute, cette doctrine peut s'appeler l'hippocratisme ou le naturisme; sans doute M. Malgaigne peut la développer et faire école; mais pas un médecin, de nos jours, n'osera en appliquer les préceptes; tous, au lit du malade, agiront.

Quant au vitalisme de Montpellier, avec ses trois catégories de substances, l'âme immatérielle, l'âme matérielle ou force vitale et l'agrégat matériel, il n'en a pas été question non plus; on a parlé, au reste, de l'organicisme pur, mécanicisme et matérialisme, qui excluaient des phénomènes vitaux toute manifestation non réductible aux actes physico-chimiques. Les représentants les plus extrêmes de l'organicisme, MM. Piorry et Poggiale ont, en effet, exprimé toutes sortes de réserves à l'égard de la vie; tout au plus, entre eux et leurs adversaires, est-ce là une question de plus ou de moins, quant à la part que prennent les actes non réductibles aux phénomènes généraux de l'existence.

VI

SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE ET POSITIVE DE LA MÉDECINE

Il semble donc que le moment soit favorable aux travaux de synthèse. Les esprits sont préparés par ces grandes discussions qui retentissent aussi bien parmi ceux qui sont voués aux recherches de la philosophie générale que parmi les médecins. Une énergique et puissante réaction s'opère contre l'esprit de morcellement et d'études de détails infimes, sans relation avec l'ensemble des choses, qui a présidé aux recherches scientifiques de notre temps. Ça et là, d'ailleurs, dans les discours prononcés à l'Académie et dans la presse médicale, il s'est fait des tentatives qui, pour n'avoir point eu un point de vue assez général, ont été infructueuses, mais qui sont les signes du besoin où l'on est de synthétiser au nom de la science de l'homme, l'ensemble des connaissances humaines; qu'il nous soit donc permis de prendre la parole et de chercher à établir, avec nos maîtres, une doctrine assez large pour donner place à tous les travaux partiels, à toutes les opinions, et assez puissante pour faire converger des efforts généreux, aujourd'hui stériles parce qu'ils sont dispersés.

Si l'on jette un coup d'œil général sur l'ensemble des choses, on aperçoit parmi celles qui peuvent être l'objet des sciences, des rapports de parenté et de subordination qui font de l'univers un édifice admirablement ordonné

dans toutes ses parties. En présence de « ce bloc immense du ciel et de la terre, » l'esprit cherche quelles peuvent être les divisions naturelles; on observe bientôt qu'il existe des propriétés générales, c'est-à-dire communes à toute la nature, et des propriétés spéciales propres seulement à certains groupes d'êtres. Le nombre, l'étendue et le temps sont la base de toute manifestation, et nul phénomène n'est concevable s'il ne se présente à l'entendement sous l'une de ces trois formes. Ces propriétés immanentes de notre être ne supposent l'existence d'aucune force antérieure, mais elles sont nécessaires à la production de tous les actes ultérieurs de la vie planétaire.

Puis l'on observe des lois auxquelles les astres sont soumis avec toutes les existences qu'ils comprennent. L'astronomie, la gravitation universelle sont évidemment les conditions nécessaires de tous les autres phénomènes; la matière, considérée par masses, offre des attributs déjà distincts; la chaleur, l'électricité, la lumière, les propriétés physiques forment l'objet d'une étude spéciale dont les objets ne supposent que l'existence des astres. Avec la chimie apparaît la binarité; deux corps, mis en contact, manifestent des propriétés nouvelles étrangères à chacun d'eux considéré isolément; mais de même que la physique était inconcevable sans l'astronomie, la chimie nécessite l'intelligence des lois de la physique. En d'autres termes, les phénomènes deviennent de plus en plus complexes, et, pour la production de chacun d'eux, la coopération de phénomènes antérieurs plus simples est nécessaire.

C'est ainsi que l'intelligence des fonctions des plantes est impossible à qui ignore les lois des phénomènes antécédents. Comment se rendre compte de l'influence des saisons sur la végétation, si l'on ne sait à quels admirables mouvements planétaires sont dus les retours périodiques des conditions de développement des êtres physiques? Comment avoir les secrets de l'acclimatation, si l'on ne connaît la science de la distribution de la chaleur à la surface du globe, les latitudes et les altitudes, les couches géologiques? Les actes élémentaires des végétaux ne sont-ils pas purement physiques? Qu'est-ce que la capillarité, l'endosmose et l'exosmose, la fluorescence? N'est-ce point la chimie qui nous démontre la respiration des plantes, le rôle des engrais, la formation des huiles, des éthers, des alcools, et n'est-on pas parvenu à reproduire artificiellement ces principes immédiats? Toutefois, l'étude de la phytologie révèle des propriétés nouvelles qui ne sont point communes à toute la nature. Un fort petit nombre d'éléments sont aptes à s'organiser; l'hydrogène, l'oxygène, le carbone et l'azote forment à eux seuls les principes organiques; à ces principes organiques de nouveaux attributs sont attachés; la plante crée des substances qui n'existaient point dans la graine; elle se développe, elle se nourrit; la vie apparaît et la science de la vie, la biologie, est fondée.

Chez l'animal, aux fonctions de la vie végétative s'ajoutent et se subordonnent les fonctions de relations. Un système nerveux et un système de locomotion, sans analogues dans les existences inférieures, viennent s'enter sur des systèmes plus élémentaires. L'homme enfin résume en lui non-seulement tous les actes cosmiques, mais encore tous les actes biologiques.

« Les végétaux, dit M. Littré, sont tout à fait indépendants des animaux et de l'homme, et l'on pourrait concevoir notre planète, ou toute autre planète, comme peuplée uniquement de plantes, sans aucun mélange d'animaux; ils sont en même temps plus simples, puisqu'ils n'offrent que la vie végétative et que toute l'activité vitale s'y borne à la nutrition et à la reproduction. Les animaux sont dans une dépendance étroite de la végétalité, car ce n'est que par cet intermédiaire qu'ils peuvent s'assimiler les matériaux inorganiques; en même temps ils sont beaucoup plus complexes ajoutant au fondement végétal, sans lequel aucune autre existence ne saurait être conçue, les facultés de se mouvoir et de sentir. Enfin, l'humanité se détache à la fois sur le fond de la végétalité et sur celui de l'animalité; elle n'est pas concevable sans l'une et sans l'autre, puisque l'alimentation carnassière lui est indispensable; et elle est plus complexe que l'une et l'autre, puisqu'elle offre à étudier un organisme collectif qui manque pour les espèces animales même les plus élevées. L'espèce humaine est la seule qui ait une histoire véritable et qui se constitue en une existence immense et permanente assez forte pour conquérir la domination du globe et assez cohérente dans son passé, son présent et son avenir, pour devenir une unité réelle aux yeux de la science. Là est la différence essentielle entre l'animalité et l'humanité, le caractère qui manque absolument dans la première, et qui appartient exclusivement à la seconde, de même que la mobilité et la sensibilité sont le privilège de l'animalité en opposition avec la végétalité¹. »

Si nous avons été assez heureux pour faire comprendre cette admirable synthèse des sciences, qui est et restera sans doute le plus prodigieux effort de l'esprit livré à la recherche du vrai, nos lecteurs auront saisi, du même coup, que dans cette synthèse même est la solution des questions débattues à l'Académie de médecine. Il devient évident, en effet, qu'en cette matière tout dépend de la façon dont on aura compris le problème de la vie, de ce qui la constitue et lui donne l'être, réel et abstrait; or, pour nous en tenir à la vie humaine, n'est-il pas certain qu'elle est un résumé, un microcosme de toutes les existences inférieures, et qu'elle comprend de plus des manifestations spécifiques sans analogues, dans les termes de la série scientifique? A des propriétés élémentaires s'ajoutent des propriétés nouvelles, dont l'étude fait l'objet de sciences distinctes, de plus en plus complexes et qui supposent connues les lois des phénomènes antérieurs. L'étude de l'homme individuel nécessite donc la connaissance préalable de l'astronomie, de la physique, de la chimie, de la botanique et de la zoologie; semblablement l'étude de l'homme social ou collectif n'est féconde que pour ceux dont l'esprit s'est soumis au noviciat des sciences élémentaires.

Aucun des orateurs qui ont pris part à la discussion dont nous avons rendu compte, n'a nié l'intervention des phénomènes physico-chimiques dans les actes vitaux; et cependant quelques-uns, par un déplorable défaut de logique, ont nié que les médicaments pussent agir à la façon dont ils agiraient en dehors de l'économie. D'un autre côté, nul n'a nié qu'il n'y eut quelque chose de spécial à l'homme dans les manifestations de son existence. Dès

¹ Préface à la *Physiologie de Muller*.

lors la synthèse biologique est faite, et le désaccord ne peut plus s'établir que sur les questions secondaires. M. le professeur Bouillaud est, à notre sentiment, celui des orateurs qui a formulé l'ébauche synthétique la plus heureuse; mais il ne faut pas oublier que ses travaux philosophiques ne datent que de 1836, et que la synthèse exacte des sciences, due à M. Auguste Comte, remonte à 1823.

« On reconnaît qu'à chaque pas dans les études dites médicales, qui comprennent l'homme tout entier, a dit M. Bouillaud, on rencontre des questions de l'ordre mathématique, mécanique et physico-chimique sans préjudice des questions physiologiques ou médicales proprement dites. » Et ailleurs: « Prétendre que les agents chimiques n'opèrent pas d'une manière chimique, c'est absolument comme si l'on prétendait que les agents opèrent contrairement à leur nature, prétention contre laquelle se révolte, en quelque sorte, la saine logique. » Or, dans ces deux citations nous trouvons les éléments de la véritable méthode qui doit servir de guide aux travaux de la biologie médicale.

Bacon a dit que la métaphysique disparaîtrait quand la physique serait bien faite (et par physique il entendait l'ensemble de la philosophie naturelle). Or, nous commençons à concevoir avec assez de netteté le rôle des propriétés immanentes de notre organisation, pour que désormais on puisse éliminer l'étiologie et l'ontologie du nombre des procédés nécessaires aux recherches scientifiques. Si donc nous oublions les dissidences qui se sont révélées à l'Académie de médecine sur les causes premières et finales, nous trouvons qu'un accord, plus réel qu'apparent, s'est produit entre des doctrines autrefois inconciliables, et qui, sous le nom de vitalisme, d'animisme, d'organicisme, etc., ont lutté pendant des siècles sur le terrain de la biologie. Qu'est-ce que la vie humaine? quelles sont ses manifestations propres? quels sont ses attributs? quelle est la nature de ses actes? Telle est la première question qui a été discutée.

Les anciens l'avaient résolue d'un mot: l'homme est un microcosme. Mais ce n'est point avec des mots que l'on résout des problèmes aussi complexes. Oui, l'homme est un microcosme: par sa forme, par sa symétrie, par le jeu de ses organes, par la périodicité de ses fonctions, il est sous la dépendance des lois de l'arithmétique, de la géométrie et de la mécanique. Rien ne s'accomplit que sous les formes fondamentales de notre entendement: le nombre, l'espace et le temps. La pesanteur, l'électricité, la lumière, la chaleur sont des attributs, des propriétés, des forces, si l'on veut, qui lui sont communs avec toute la nature. Il est soumis à la pesanteur, qui, loin de lutter contre la vie, en est une condition indispensable; si l'atmosphère ne comprimait pas les gaz et les vapeurs élastiques de notre corps, nous éclaterions; l'oxygène qui a subi l'influence électrique, l'ozone, est nécessaire à notre vie; sans la lumière, les organes de la vue s'atrophieraient; sans la chaleur, le mouvement circulatoire du sang se ralentit et s'arrête. Les affinités chimiques ne sont pas moins indispensables à notre être; l'échange des gaz de l'atmosphère et du sang est le fait primordial de toute organisation. Où donc M. Malgaigne a-t-il pris que la vie était une lutte contre la matière brute?

Les caractères fonctionnels des végétaux se retrouvent à tous les degrés dans la nutrition des animaux, qui n'est qu'un mouvement continu de compositions et de décompositions chimiques. A tous les degrés se retrouvent également les caractères de l'animalité, la sensation et la locomotion, l'instinct et la volition. Enfin l'homme se spécialise entre tous les êtres par le langage, la conscience de son individualité et de sa solidarité, etc. Qu'est-ce donc que la vie humaine, sinon cette manifestation d'un certain nombre de propriétés supérieures ayant pour condition l'existence de toutes les propriétés inférieures ? Il faut donc, pour comprendre philosophiquement la science de l'homme, donner place : 1° aux phénomènes astronomiques, puisque l'homme gravite en même temps que la planète ; 2° aux phénomènes physiques ; 3° aux phénomènes chimiques ; 4° aux phénomènes végétatifs ; 5° aux phénomènes zootiques ; 6° à des phénomènes propres dont la conscience du moi est le plus élémentaire et qui ont le système cérébral pour siège. Or, il serait facile de prouver que cette synthèse biologique a été implicitement admise dans tous les discours prononcés à l'Académie.

La seconde question, *comment agissent les médicaments ?* est résolue pour nous, de même qu'elle l'a été par les académiciens, du fait même de l'admission de ce qui précède. M. Bouillaud l'a dit, les médicaments ne sauraient agir contrairement à leur nature, d'où il suit que leur mode d'action se déduit des lois propres à leur nature.

Les médicaments physiques (en prenant le mot médicament dans le sens étymologique) agissent selon les lois de la physique. Ainsi la pesanteur, la lumière, l'électricité, la chaleur, ont des lois parfaitement applicables à leurs actions sur l'homme. A-t-on jamais imaginé, pour prendre un exemple, qu'il y eût des lois spéciales quant aux applications de la pesanteur au système du corps humain ? ne suffit-il pas d'élever un membre pour le débarrasser de sang ? la compression n'a-t-elle pas pour effet primitif de chasser d'un organe les liquides accumulés ? la chaleur ne dilate-t-elle pas les tissus ? le froid ne coagule-t-il pas le sang ? ne resserre-t-il pas les fibres ?

Semblablement, les agents minéraux n'effectuent-ils pas au sein de nos organes des combinaisons identiques à celles du dehors ? Le calomel ne se transforme-t-il pas en bichlorure de mercure sous l'influence du chlorure ou des acides inorganiques ? Le cyanure de potassium ne devient-il pas promptement mortel et ne se combine-t-il pas avec les acides de l'estomac, pour donner l'acide prussique ? L'arsenic métallique n'est pas vénéneux ; mais si on l'administre en même temps qu'un acide ou qu'un sel instable, ne passe-t-il pas à l'état d'acide arsénieux ou d'arsénite, devenant ainsi puissamment toxique ? Les lois de Bertholet sont aussi bien observées dans l'économie vivante que dans les cornues des chimistes. M. Poggiale a savamment montré, dans ses deux discours, que la chimie organique réclamait une large part dans l'interprétation des actes vitaux. Mais la chimie organique et la chimie animale ont pour objet les phénomènes de la vie végétative et ceux de la vie animale. Deux nouvelles classes de médicaments viennent prendre place dans cette hiérarchie de la matière médicale que nous cherchons à établir : à côté des agents physiques et chimiques se rangent donc les agents organiques et animaux. Nous possédons ainsi une méthode

naturelle, dont le plan est tiré de l'ordre et des rapports de subordination des objets des sciences, et dans laquelle toutes les lois scientifiques trouvent leur application.

Il nous resterait à parler de l'agent hominal proprement dit, c'est-à-dire des actions exercées sur l'homme par lui-même ou par ses semblables sur les fonctions supérieures, pour terminer l'esquisse que nous avons entreprise de tracer. Les mouvements artificiels (qui à eux seuls constituent tout un système de thérapie), l'hypnotisme, le travail intellectuel et moral, l'influence du milieu social, auraient pu être ainsi l'objet d'une étude qui n'eût point été sans intérêt, mais qui fût sortie du compte rendu que nous avons voulu donner des débats de l'Académie de médecine.

Notre tâche est terminée, car nous croyons avoir démontré que l'accord est établi sur des questions qui étaient insolubles aussi longtemps que la méthode scientifique n'était pas introduite en médecine.

EUGENE DALLY, D. M. P.

PHYSIQUE DE LA MER

Instructions nautiques (Sailing Directions), par M. F. Maury, traduites par Ed. Vaneechout, lieutenant de vaisseau; publiées par ordre de S. E. l'amiral Hamelin, ministre de la marine.

Nous avons montré, dans un précédent article¹, toute l'importance du système d'observations météorologiques adopté par la conférence de Bruxelles, et indiqué les considérations sur lesquelles s'appuie le commandant Maury pour demander la réunion d'une nouvelle conférence, dont le but serait l'adoption d'un plan universel d'observations faites sur tous les points du globe, tant à terre qu'à la mer.

En donnant maintenant l'analyse du grand ouvrage dû à l'initiative et à la persévérance du savant directeur de l'observatoire de Washington, nous nous proposons d'attirer l'attention sur les principaux résultats de l'idée féconde qui a uni dans une association puissante les navigateurs de toutes les nations.

Ces résultats pratiques sont la meilleure démonstration de la valeur scientifique des tendances qui doivent progressivement substituer, en toute œuvre humaine, le travail collectif au travail individuel. C'est surtout dans les sciences que cette transformation nous apparaît comme le but final du mouvement prodigieux qui, depuis le commencement de ce siècle, entraîne les esprits vers l'étude et la découverte des forces, des lois et des harmonies de la nature.

Un des hommes qui auront le plus contribué à généraliser ce mouvement, par l'insatiable activité d'une vie toute consacrée au service de la science, M. Victor Meunier, dans sa belle Introduction à la *Revue synthétique*, a exposé le magnifique ensemble des travaux qui ont constitué l'état actuel de nos connaissances, et ouvert à nos meilleures

¹ Voy. la *Presse scientifique des deux mondes*, t. I de 1860, p. 405.

espérances de lumineuses perspectives vers l'avenir. Cette Introduction, qui a été pour nous, à l'époque où elle parut, une véritable initiation, est admirablement résumée dans le passage suivant :

« Les diverses considérations auxquelles les sciences peuvent aujourd'hui donner lieu se réduisent à trois points essentiels qui s'expriment en disant qu'elles tendent :

- » 1° A l'association,
- » 2° A l'application,
- » 3° A la vulgarisation.

» Ces trois mots renferment la formule la plus complète, la plus explicite de l'immense mouvement scientifique qui entraîne notre époque dans son rapide tourbillon.

» Par l'association, les sciences constitueront une seule science, une doctrine nouvelle, un dogme déduit à *posteriori* des études expérimentales qui ont rempli les trois derniers siècles.

» Par l'application, elles affranchiront les classes laborieuses, en créant toute une classe d'agents matériels (les machines), et donneront à l'homme la souveraineté du monde, en le mettant en possession de ses lois et de ses forces.

» Par la vulgarisation, elles feront que le bénéfice des deux faits précédents, acquis à tous les hommes, mette chacun d'eux en état de remplir un rôle actif et honorable dans l'œuvre collectif à l'accomplissement duquel tous seront appelés.

» Pour atteindre ce but, pour faire que ces tendances se réalisent, l'emploi d'une nouvelle méthode, suite et complément de celle de Descartes et de Bacon, devient nécessaire.

» Tandis que des efforts individuels, isolés, suffisent pour fonder la science des faits, des efforts collectifs, associés, pourront seuls constituer la science des principes qui, couronnant toute la série expérimentale, résultera de l'alliance et de la fusion des sciences particulières.

» Un seul nom convient à la science dont nous parlons : c'est celui de *synthèse*.¹ »

L'œuvre toute entière de Maury est la confirmation de ces principes. Il l'exprime ainsi lui-même dès les premières lignes de son Introduction² :

« Ce livre est, en réalité, le fruit d'un travail commun à nombre de marins de toutes nations, lesquels, mus par un esprit qu'on ne saurait trop louer, se sont voués à l'exécution d'un plan de recherches aussi élevées que véritablement philosophiques. Rien n'est plus de nature à les encourager dans cette voie que de leur montrer, sur les divers points du globe, les rapides progrès de la cause qu'ils soutiennent.

» Disons, avant tout, que, dans les travaux de notre entreprise, depuis le premier jour jusqu'au dernier, nous nous sommes imposé une loi absolue dont l'expérience nous a démontré le prix, et à laquelle nous devons la plus grande partie de notre succès : nous maintenir étranger à toute théorie préconçue, ne jamais désirer que nos recherches vinssent à l'appui d'un point de vue plutôt que d'un autre, ne jamais laisser l'opinion devancer les faits dont elle doit être l'expression, telle est cette loi. Une fois ces faits étudiés, sinon toujours suffisamment, du

¹ *Revue synthétique*. 1842-43.

² *Sailing Directions*. Huitième édition.

moins autant que le permettaient les données dont nous disposions; nous avons cherché à en donner l'explication, mais jamais plus tôt; c'est-à-dire que nous avons toujours et invariablement remonté de l'effet à la cause. Lorsque, dans ces études, plusieurs solutions venaient à se présenter, nous avons choisi celle qui, en dehors du point considéré, s'accordait avec le plus grand nombre possible de faits déjà connus, et nous ne l'avons offerte que sous toutes réserves, jusqu'à ce qu'une autre vint à se présenter, qui conciliât un nombre de faits encore plus considérable. En un mot, les faits ont été en quelque sorte le but de nos travaux, convaincu que nous étions que, massés en nombre suffisant, et étudiés avec conscience, ils révèlent eux-mêmes leur cause, ou nous mettent au moins sur la trace d'une explication telle que peut en concevoir notre intelligence bornée.

» J'honore le vrai par-dessus tout, et je sais que cette œuvre, à laquelle je me suis depuis longtemps dévoué sans restriction, ne peut réussir qu'autant que je me maintiendrai dans le droit chemin de la vérité. C'est là la pensée qui m'a guidé, et c'est à elle que j'attribue tout le succès que j'ai pu obtenir jusqu'à ce jour. »

Le premier chapitre des *Sailing Directions* indique d'abord la nécessité de généraliser le système d'observations météorologiques suivi à la mer. Il montre ensuite les avantages pratiques que les navigateurs de toutes les nations trouvent dans l'application de ce système. Enfin il résume sous ce titre : *Champ de recherches*, les divers travaux par lesquels l'Association internationale, dont la Conférence de Bruxelles a déterminé le plan d'études, doit contribuer au progrès de l'art nautique et des sciences physiques.

Il est de toute évidence que la découverte des lois qui régissent la circulation atmosphérique ne peut se déduire de la seule connaissance des observations recueillies à la mer, et que l'ensemble de cette circulation ne sera connu qu'après la systématisation des observations météorologiques faites sur tous les points du globe.

L'importance de cette partie de la science est remarquablement indiquée par Maury :

« Aucune étude n'est plus digne d'occuper notre esprit que celle qui consiste à rechercher le but et l'utilité des diverses parties de la création. Le navigateur qui envisage dans cet esprit la physique de notre globe, voit dans l'atmosphère autre chose qu'un océan sans rivages, au fond duquel glisse le navire qui le transporte; il y voit une enveloppe destinée à répandre la chaleur et la lumière à la surface de la terre, une sorte de réceptacle dans lequel la respiration jette incessamment des quantités considérables de matière organique improprie à l'entretien de la vie, un laboratoire, un véritable creuset dans lequel cette matière vient se purifier et se recomposer selon des proportions qui la rendent de nouveau salubre; il y voit enfin une puissante machine qui pompe l'eau de l'Océan et la transporte dans les montagnes, où elle alimentera les sources de nos fleuves.

» Du jeu de cette machine dépend le bien-être de toutes les plantes et de tous les êtres animés qui couvrent la terre; elle ne peut donc fonctionner avec le hasard pour seul guide; l'ensemble de ses mouvements doit, au contraire, être réglé par des lois aussi fixes et aussi immuables que celles qui retiennent dans leurs orbites les planètes de notre système. »

L'Océan recouvre près des trois quarts de la surface du globe. On comprend donc que la seule étude de l'atmosphère et de l'élément liquide embrasse une série de questions qui intéressent à la fois le savant, l'agriculteur, le marin, le négociant et l'homme d'Etat.

Les températures et les conditions hygrométriques des différentes contrées dépendent autant de la nature des vents régnants que de la position géographique. Ainsi, par exemple, l'Europe occidentale doit en grande partie son climat tempéré et la richesse de sa production agricole, à l'influence du puissant courant d'eaux tièdes connu sous le nom de *Gulf-Stream* et des vents d'ouest qui en proviennent. Les courants de l'atmosphère et de l'Océan ont pour fonction principale de transporter, d'une région à l'autre, l'humidité, la chaleur, le froid, de manière à établir entre les diverses zones une admirable succession d'échanges et de compensations, dont l'étude de la géographie physique et des phénomènes météorologiques nous découvre les causes.

Dans cet ordre de recherches, nous avons tour à tour à déterminer les modifications et les forces produites par l'évaporation, l'absorption et le dégagement du calorique latent, la différence de salure des mers; à suivre dans leur marche les vents réguliers et les ouragans, les courants de surface et les courants sous-marins, les marées et les mouvements de translation produits dans l'Océan par les variations de température.

On comprend facilement que les grandes lois de la circulation atmosphérique trouvent plutôt leur application sur la vaste étendue des mers, où les vents ne sont arrêtés par aucun obstacle, que sur les continents, où la direction des chaînes de montagnes et la nature variable du sol sont des causes permanentes de perturbation.

Maury termine ce premier chapitre en rappelant l'importance des services rendus à la navigation et à la météorologie maritime par la généralisation du plan d'observation recommandé par la conférence de Bruxelles; et il exprime l'espoir qu'une nouvelle conférence pourra bientôt se réunir, afin de rendre ce plan applicable sur terre aussi bien que sur mer, et nous conduire ainsi à une connaissance plus parfaite de « l'immense océan atmosphérique au fond duquel nous nous mouvons, et dont les lois touchent de si près au bien-être de la grande famille humaine. »

Le chapitre II¹ traite de l'*atmosphère* : « Tout a sa signification dans l'œuvre complexe des agents que la nature emploie à la surface de notre globe : le vent, la pluie, la vapeur, les nuages, les marées, les courants, la profondeur de la mer, sa température, sa couleur, sa salure, la température de l'air, la forme et la teinte des nuages; la hauteur des arbres, la grandeur de leurs feuilles, l'éclat de leurs fleurs, tous ces éléments constituent le langage au moyen duquel la nature nous manifeste ses lois, et c'est précisément pour arriver à l'intelligence de ce langage, à l'interprétation de ces lois, que nous avons fait appel aux observations des navigateurs. De tous les faits que peuvent recueillir ces observations, aucun n'est inutile, car chacun d'eux est une syllabe du grand livre de la nature, et c'est en amassant patiemment ces faits, en réunissant ces syllabes entre elles, que nous pourrions arriver à déchiffrer

¹ Nous suivons ici la division des *Sailing Directions*, qui a été changée dans la traduction.

ces pages offertes aux méditations du marin à la mer et du savant à terre. »

Après avoir décrit longuement le système général de circulation atmosphérique, qui a pour cause principale l'échauffement des régions équatoriales et le refroidissement des régions polaires, et indiqué que le magnétisme doit avoir aussi sa part d'influence sur les mouvements généraux de l'atmosphère, Maury considère l'Océan aérien dans ses rapports avec l'Océan liquide, et il étudie quelques-unes des grandes fonctions attribuées à ces puissants agents de la nature. Il s'arrête principalement sur la distribution des pluies à la surface du globe, et sur l'adoucissement des climats extrêmes par l'influence des divers courants de la mer et de l'atmosphère. En suivant dans leur trajet les vapeurs qui, transformées en pluies, alimentent les fleuves et les rivières, il montre que « la grande machine atmosphérique » a plus d'un rapport avec une machine à vapeur, et que l'on peut considérer « les mers de l'hémisphère sud comme une sorte de chaudière évaporatoire dont l'hémisphère nord serait le condenseur. »

Ce chapitre est ainsi terminé : « Quand on contemple les œuvres de la nature, on est nécessairement frappé de l'admirable système de compensation qui y a présidé, et de l'exactitude avec laquelle tout y est balancé. Mille agents divers obéissent à des fonctions distinctes et nettement tranchées, et pourtant l'équilibre de tous ces éléments est si parfait, que la plus entière harmonie règne dans l'ensemble. »

Les chapitres III, IV et V sont une suite du précédent; ils traitent des vents et de leur rôle géologique; des brumes rousses et des pluies de poussière. Maury trouve dans les expériences d'Ehrenberg, qui ont permis de tracer le trajet des débris organiques transportés par les vents, de nouvelles preuves à l'appui de son système de circulation atmosphérique.

Ces débris, dont on reconnaît parfaitement le lieu d'origine, sont, suivant une expression très frappante, de véritables *étiquettes* au moyen desquelles on peut suivre dans leur marche les courants aériens.

La première partie du travail relatif à l'atmosphère est surtout basée sur l'étude des deux grands courants régulateurs qui, sous le nom de vents alizés, transportent d'un pôle à l'autre l'air tour à tour échauffé ou refroidi des diverses zones.

Dans la suite de ce travail, Maury étudie les moussons, et les vents généraux qui, suivant les saisons, dominent dans telle ou telle partie de l'Océan, et sont la principale cause des modifications variées que subissent les climats, et qui les rendent parfois si différents sous des latitudes semblables.

La recherche des rapports qui existent entre l'action des vents et le système géologique de la terre, conduit à d'intéressantes déductions, dont les principales sont relatives à l'abaissement ou à l'exhaussement des mers intérieures et des grands lacs, suivant qu'ils se trouvent sur le passage des vents de pluie ou des vents secs. On conçoit en effet que l'excès de l'évaporation ou de la précipitation puisse changer le niveau de ces vastes bassins, et que, d'un autre côté, la nature des vents qui les traversent dépende des phénomènes géologiques, qui à certaines époques ont pu changer la direction des courants de l'atmosphère, ou en faire varier le degré d'humidité.

« Envisagés à ce point de vue d'agents géologiques, les vents, dit Maury, ne se présentent plus à nous comme ce type d'instabilité auquel on les a trop longtemps comparés; ce sont au contraire les historiens fidèles des époques les plus reculées, et si nous savons les consulter avec intelligence, nous verrons que l'histoire des âges de notre globe est écrite sur leurs ailes, en partie du moins, en caractères aussi lisibles que ceux dont la nature a laissé l'empreinte sur les roches où le géologue va les déchiffrer. »

Un très intéressant et curieux chapitre sur l'anneau formé par les nuages équatoriaux (*cloud-ring*) termine cette première étude des phénomènes atmosphériques.

Les navigateurs ont partagé l'Océan en régions définies par les différents vents dominants et les calmes. La zone des calmes équatoriaux est remarquable par sa voûte de nuages perpétuels, entourant complètement la terre, comme un véritable anneau. Cet anneau, en se transportant tour à tour au sud ou au nord de l'équateur, suivant les saisons, protège alternativement contre l'ardeur du soleil les divers parallèles qu'il couvre, et y ramène la pluie à des époques déterminées.

« Il y a une remarquable analogie entre le rôle que joue cette zone de calmes dans la circulation atmosphérique et la fonction que le cœur humain remplit dans la circulation du sang; c'est là en effet que se trouve le principal centre d'action de la chaleur, cause première du système des vents; c'est là que vient s'amasser la force qui doit les mettre en mouvement; c'est de là enfin que part l'impulsion qui la lance dans les canaux sinueux de leur long trajet. Quant aux importantes fonctions régulatrices départies à la ceinture de nuages qui recouvre cette zone, nous les avons déjà indiquées en montrant comment, lorsque la chaleur vient à manquer, la condensation de vapeur d'eau augmente de manière à dégager la quantité nécessaire de la chaleur latente qui se trouvait ainsi emmagasinée, et en montrant de plus comment, lorsque au contraire la chaleur arrive du soleil en excès, une partie de la surface supérieure de ces nuages se résout en vapeur invisible dans laquelle se tient en réserve cet excès de chaleur.

» . . . Si l'anneau de nuages qui nous occupe était lumineux, il présenterait à un observateur placé dans une de nos planètes une apparence assez semblable à celle que nous offre l'anneau de Saturne. »

Sans insister sur cette analogie, nous ferons cependant remarquer que de savants astronomes admettent aujourd'hui la fluidité de l'anneau. On doit citer au premier rang, parmi les observations favorables à cette hypothèse, celles qui sont dues à deux éminents astronomes des Etats-Unis, MM. Pierce et Bond. Les beaux travaux de ce dernier ont été l'objet d'une remarquable étude de M. A. Laugel¹.

Avant d'aborder l'étude des courants de l'Océan, Maury, dans le chapitre VII, étudie l'action des sels sur le système de circulation de la masse liquide. Il considère d'abord les îles Madréporiques si nombreuses, et remarque que les matériaux dont elles sont construites, extraits de l'eau de mer par les zoophytes, doivent être incessamment apportés par des courants qui, en même temps, entraînent l'eau de laquelle cette extraction a été faite. Cette seule observation indique déjà l'existence d'un système de circulation dans l'Océan, circulation

¹ *Revue des Deux Mondes*, 1^{er} novembre 1859.

qui serait due en partie à l'action de la lumière et de la chaleur, en partie à l'influence des sels contenus dans les eaux de la mer.

L'évaporation et la précipitation, les changements de température et de densité, conséquences de la chaleur et du froid, établissent d'abord une série de courants de surface et de contre-courants sous-marins, allant de l'équateur aux pôles et des pôles à l'équateur. Mais l'eau enlevée sous forme de vapeur étant douce, celle qui reste à la surface renferme relativement une plus grande proportion de sels. Elle tend donc à descendre, tandis que l'eau moins dense des couches inférieures tend à monter pour la remplacer. Un double mouvement vertical s'établit ainsi dans les régions alizées de l'Océan, par le fait seul de sa salure. D'un autre côté, les vapeurs enlevées par l'évaporation à la zone torride, et transportées dans les régions extra-tropicales, y sont déposées sous forme de pluie. Il en résulte que le courant de surface dirigé des pôles à l'équateur est composé d'une eau moins salée que le courant sous-marin dirigé de l'équateur aux pôles. Le rôle important des sels dans la circulation océanique est ainsi déterminé, et Maury appuie sa théorie sur une série d'observations remarquables, parmi lesquelles nous citerons celles qui sont relatives à l'existence d'un courant sous-marin dans les régions arctiques, et aux fonctions des myriades de zoophytes dont le travail contribue au mouvement des eaux ainsi qu'au maintien de leur uniformité de composition.

En terminant cette étude, Maury reconnaît qu'elle n'est pas basée, comme les précédentes, sur un nombre suffisant de faits bien déterminés; voici ce qu'il dit :

« Peut-être trouvera-t-on que l'hypothèse a trop de part aux considérations qui précèdent; à cela nous répondrons que lorsqu'une hypothèse conduit, comme le fait celle-ci, à un ensemble de conséquences parfaitement concordantes, lorsque surtout elle établit dans les faits connus cette harmonie que nous retrouvons dans toute la création, elle ne peut être, selon nous, entièrement dénuée d'utilité, lors même qu'elle ne s'appuierait pas sur une masse suffisante d'observations. »

Les chapitres VIII, IX et X renferment une des plus remarquables parties de l'œuvre de Maury, celle dans laquelle, en nous faisant connaître les courants de l'Océan, il cherche à déterminer les lois qui les unissent dans un système général de circulation, dont l'influence vivifiante se manifeste sous mille formes diverses.

« La théorie des courants, disait Arago, a fait peu de progrès jusqu'ici, parce qu'on s'est exclusivement attaché à ceux de ces phénomènes qui sillonnent la surface des mers. Des courants, engendrés par des différences de salure et de température existent à toutes les profondeurs, et c'est en se plaçant à ce point de vue, c'est en descendant par la pensée aux plus grandes profondeurs de l'Océan, c'est en appliquant à la mer la théorie qui a déjà rendu un compte satisfaisant des vents alizés, que l'on parviendra à débrouiller la question des courants. »

Les vues de Maury sont entièrement conformes à celles ainsi exprimées par un de nos plus illustres savants, et il base d'ailleurs toutes ses recherches sur le principe qui suit, principe aussi simple qu'évident : « Chaque fois qu'un courant vient déboucher en un point, il faut nécessairement qu'un autre courant de volume égal et de sens contraire

prenne naissance en ce même point. Ce principe trouve aussi bien son application dans l'Océan que dans l'atmosphère.»

Les premiers courants étudiés sont ceux de la mer Rouge et de la Méditerranée. En répondant aux objections soulevées contre l'existence de courants sous-marins entrant dans ces deux mers, Maury démontre, par des preuves théoriques et des observations irrécusables, que la circulation établie par le double mouvement des courants supérieurs et inférieurs est absolument nécessaire. Sans elle, comment expliquerait-on que les eaux de la mer Rouge, presque entièrement privée de pluies, et dans laquelle aucune rivière ne vient déboucher, contiennent des éléments semblables à ceux des eaux de la Méditerranée, qui reçoit avec tant de fleuves et de rivières une si grande quantité de sels en dissolution?

Les courants de l'Océan Pacifique et de l'Océan Indien offrent de grandes analogies avec ceux de l'Atlantique, décrits en même temps que le *Gulf-Stream*, magnifique et puissant courant qui de la mer des Antilles transporte ses eaux bleues jusqu'aux rives glacées du Spitzberg et de la Nouvelle-Zemble. Nous nous proposons de résumer, dans une étude spéciale, la belle description qu'en donne Maury, et nous nous bornerons à quelques indications, sans nous arrêter à montrer l'influence de ce remarquable phénomène sur le commerce et la navigation.

L'un des principaux rôles du *Gulf-Stream* consiste à transporter la chaleur qui se trouve en excès dans le golfe du Mexique sur les côtes de l'Europe occidentale, dont le climat est ainsi adouci. C'est à cette influence que l'Angleterre et l'Irlande doivent leur belle végétation, et que la plus riche partie de l'Europe, fertilisée par les vents d'ouest, doit sa fécondité. La chaleur extrême de la mer des Antilles et du golfe du Mexique est aussi tempérée par les courants d'eau froide venant de l'Océan et destinés à remplacer l'eau suréchauffée entraînée par le *Gulf-Stream*.

Ce grand courant est l'un des plus puissants agents météorologiques du globe. L'immense volume d'eaux chaudes qu'il transporte dans les régions froides produit des perturbations atmosphériques qui sont la source de tempêtes et d'ouragans que les navigateurs rencontrent en suivant son cours ou près de ses limites. Il est remarquable que le trajet des ouragans plus éloignés les conduit souvent, par le plus court chemin, du point où ils prennent naissance jusqu'au *Gulf-Stream*.

Après la détermination des courants de l'Océan, commence, dans le chapitre XI, l'étude de ses profondeurs. Cette étude, longtemps regardée comme impossible à cause de la difficulté des sondages, n'a pu être basée sur des observations précises que depuis l'adoption de l'ingénieux appareil dû à un jeune et intelligent officier de la marine des Etats-Unis, M. Brooke. Cet appareil, auquel son nom est resté attaché, a permis d'obtenir des échantillons du fond à des profondeurs de 3,660 mètres. Par l'emploi des thermométrographes métalliques, on a aussi obtenu la température de la mer à de grandes profondeurs.

Maury réunit dans une série de tableaux les grandes sondes faites par les officiers de la marine des Etats-Unis en divers points de l'Océan; et, après avoir examiné les résultats inscrits dans ces tableaux, il montre qu'on peut déterminer, à peu de chose près, le moment où le

plomb a cessé d'entraîner la ligne à laquelle il est suspendu, et où celle-ci a continué à filer sous l'influence des courants, en remarquant que la vitesse transmise par le courant doit être uniforme, tandis que celle résultant de la descente du boulet doit être décroissante. Cette loi permet de discuter les sondes obtenues et donne plus de certitude aux séries de travaux qui tendent à nous révéler l'orologie du fond de l'Océan.

Jusqu'ici le bassin de l'Atlantique, surtout dans sa partie septentrionale, a seul été sondé d'une manière suivie. Ce vaste bassin nous apparaît comme une sorte de gigantesque canal, séparant l'ancien monde du nouveau et s'étendant probablement d'un pôle à l'autre.

Les grandes sondes n'ont pas seulement pour but de nous faire mieux connaître la forme du globe. Leur utilité est évidente en maintes régions, où elles doivent aider à l'établissement des télégraphes sous-marins. Elles nous découvrent aussi la nature du fond de l'Océan, presque entièrement composé d'innombrables coquilles microscopiques, calcaires ou siliceuses, et nous citerons encore ici un passage des *Sailing Directions* dans lequel se révèle tout le génie observateur de Maury :

« Dans notre chapitre sur les sels de la mer, nous avons cherché à établir le rôle important qui nous semblait attribué à d'obscurs animaux dans l'ensemble de la circulation océanique, leur influence sur les climats, et surtout leur action conservatrice sur la composition invariable de l'eau de mer; grâce à cette action, nous avons vu comment les sels, incessamment apportés de l'intérieur des terres à l'Océan par les fleuves, ne rendaient pas l'eau de mer de plus en plus salée, et y entraient au contraire pour une portion constante, bien que la masse annuelle de leur tribut fût, si l'on cherchait à l'évaluer, de nature à confondre l'imagination la plus hardie; enfin, nous avons montré comment cette action était facilitée, pour ces légions infinies de petits êtres, à l'œuvre dans les contrées supérieures de l'Océan, par le fait que l'eau des rivières, plus douce et moins dense, se maintient assez longtemps dans ces couches supérieures. Resterait maintenant à savoir d'où proviennent ces coquilles calcaires et siliceuses que l'appareil de Brooke nous a permis de rapporter du fond des mers. Les animaux qu'elles renfermaient ont-ils vécu à la surface immédiatement au-dessus du point où la sonde les a trouvés, ou n'ont-ils pas plutôt vécu dans des parages lointains, d'où les courants seraient venus déposer leurs restes en ce point?

» Ainsi envisagée, la question acquiert un nouvel intérêt. En effet, la faible densité de ces coquilles, si imperceptibles que les officiers du *Dolphin* prenaient leurs agrégations pour une masse argileuse, doit rendre extrêmement lente leur descente vers le fond; elles doivent suivre, longtemps après la mort de l'animal, le mouvement de l'eau dans laquelle elles se sont développées, de sorte que, si l'on parvenait à classer les diverses espèces de ces animalcules à la surface de l'Océan, selon les différents parages habités par eux, et que l'on pût étudier en même temps des échantillons du fond de ces parages, l'on arriverait peut-être à établir le rapport qui doit lier ces deux études l'une à l'autre. L'on trouverait probablement ainsi des coquilles descendues au fond à des distances très considérables du point où elles se

sont formées, ayant peut-être franchi l'intervalle de deux océans, et ces animaux étant privés de la faculté de locomotion, l'on serait en droit d'en conclure d'irrécusables indications sur les courants qui auraient de la sorte transporté leurs coquilles privées d'habitants.

» Nous avons vu comment le microscope d'Ehrenberg nous avait permis d'étiqueter les vents, si je puis m'exprimer ainsi; nous voyons ici comment des recherches du même genre, appliquées à ces animaux et à leurs restes, pourront nous conduire à des résultats analogues sur les courants. »

Le chapitre XIII¹ contient d'intéressantes recherches sur la télégraphie sous-marine, et fait connaître le vaste plateau qui s'étend du cap Raz, sur l'île de Terre-Neuve, au cap Clear, en Irlande, et qui a reçu le nom de *Plateau télégraphique*. Les échantillons recueillis par la sonde sur ce plateau montrent que les eaux de l'Océan y sont dans un état de repos extrêmement remarquable, puisqu'elles laissent intactes les imperceptibles coquilles dont nous avons parlé, et que nul courant n'y apporte de matière étrangère, sable ou gravier. Maury s'appuie sur cette observation pour émettre l'opinion que les dimensions données au câble télégraphique ont été probablement exagérées, et que les grandes difficultés de la pose proviennent principalement du poids énorme que les navires ont à immerger. Il pense que des conducteurs métalliques beaucoup plus légers suffiraient et se conserveraient très bien dans les calmes profondeurs de l'Océan. On les renforcerait aux abords des côtes et sur les bas-fonds. C'est en se guidant sur les indications des *Sailing Directions* qu'on a pu déterminer l'époque de l'année la plus favorable pour la pose du câble.

Les climats de l'Océan ne dépendent pas seulement de la position géographique, mais encore de la nature des courants, froids ou chauds, qui circulent à la surface, et dont l'influence sur la température des continents est aujourd'hui bien constatée.

Des relations remarquables existent aussi entre la configuration des côtes et le climat de certaines régions. Ainsi, par exemple, grâce à la configuration des côtes d'Afrique et d'Amérique dans les parages équatoriaux, deux véritables réservoirs d'eau chaude se trouvent formés dans l'Atlantique, et, en suivant la marche des courants, on voit que ces eaux viennent tempérer l'hiver de l'Europe occidentale, puis, pendant l'hiver de l'autre hémisphère, le climat de la Patagonie orientale.

« L'admiration qu'inspirent les œuvres de la nature, dit Maury en constatant cette relation, est incessamment ranimée par les nouveaux horizons qui se découvrent à chaque pas; ainsi, il est certain qu'à première vue on ne voit aucun rapport possible entre le climat de l'Europe occidentale et la configuration des côtes de l'Amérique méridionale; nous voyons pourtant ici que le rapport existe, et combien il est intime. »

Le chapitre XV, intitulé : *Dérive de l'Océan (The Drift of the sea)*, fait connaître les mouvements généraux de la surface de la mer, d'après les indications du thermomètre. Ces mouvements de translation ne constituent pas des courants proprement dits, et les observations habituelles des navigateurs ne suffisent pas toujours pour en révéler l'existence. Il faut chercher leur cause dans les variations de

¹ Ce chapitre n'est pas reproduit dans la traduction.

densité dues à l'effet de la chaleur sur l'eau de mer. — « De là, entre les pôles et l'équateur, ce déplacement continu et réciproque que rien n'interrompt. C'est une immense marée, dont le jeu incessant n'est pas plus troublé par l'action des courants partiels que la direction du Mississipi, par exemple, n'est influencée par les remous que nous voyons se produire dans le sillage des bateaux à vapeur qui le parcourent. »

Cette *dérive* est dirigée des pôles vers l'équateur lorsque la température de l'eau de surface est inférieure à la température correspondante à la latitude, et elle va de l'équateur vers les pôles lorsque le contraire a lieu. Nous ne pouvons suivre Maury dans l'analyse des différents courants qui résultent de ces mouvements généraux. Il cherche quelle est leur fonction dans « la grande machine océanique, » qu'il compare à un tout animé, « vivant par le jeu régulier de ses organes. » La température, la vitesse et les dimensions anormales de certains de ces courants, constatés par d'exactes observations, ne sont que les efforts au moyen desquels l'Océan rentre au besoin dans ses conditions habituelles d'équilibre.

Les trois chapitres qui suivent, XVI, XVII, XVIII n'ont pas été traduits par M. Vaneechout.

Les deux premiers reviennent, avec de plus amples développements, sur des sujets déjà traités, les animalcules de la mer et sa pesanteur spécifique.

Maury insiste sur l'utilité des observations relatives aux immenses agglomérations d'animalcules qui fourmillent dans l'Océan, et il rappelle les importants résultats dus aux beaux travaux de l'amiral Dumont d'Urville et du naturaliste américain Dana. Il montre les liens qui unissent le travail infini des imperceptibles habitants de la mer aux différentes forces qui règlent l'économie physique du globe.

L'étude des courbes de température et de pesanteur spécifique de l'Océan, tracées d'après les observations faites conformément aux instructions de la conférence de Bruxelles, donne de nouvelles confirmations aux théories qui présentent les différents courants comme appartenant à un système général de circulation. Cette étude indique aussi l'existence d'une mer ouverte dans l'Océan arctique.

Le chapitre XVIII donne une description générale des coups de vent, ouragans, typhons et cyclones. Maury en cherche les causes dans l'action perturbatrice des déserts, des plaines, des chaînes de montagnes stériles et des régions torrides de l'Océan. Il cite à ce sujet les remarquables travaux d'un savant officier de la marine hollandaise, le lieutenant Jansen, celui de tous ses collaborateurs qui a le plus aidé à ses recherches sur la météorologie de la mer, et auquel il a témoigné, en maintes parties de son œuvre, la plus cordiale gratitude. Les lignes suivantes de Jansen montreront assez l'unité de vues de ces deux savants marins :

« En contemplant la nature dans son universalité, nous voyons que tout y est admirablement ordonné, et que, par l'intermédiaire de l'air et de l'eau, toutes les parties diverses s'y prêtent un mutuel et bienveillant appui. Nous concevons ainsi l'idée de l'unité d'action, et nous pouvons conjecturer que si des causes externes et perturbatrices viennent à rompre ou à empêcher cette union féconde des éléments, la force souveraine, qui agit au delà de nos regards, apparaît alors et intervient

avec une puissance terrible et mystérieuse, pour arrêter le désordre, rétablir l'équilibre et ramener l'harmonie.¹⁾

Les deux derniers chapitres des *Sailing Directions* et de la traduction renferment le compte rendu de la conférence de Bruxelles, qui a déjà été le sujet d'un premier article, et la description des cartes de vents et de courants.

Nous résumerons cette description, toute pratique — qui est à la fois le résultat et le point de départ de l'œuvre essentiellement progressive de Maury — dans un examen moins rapide que celui par lequel nous avons essayé de donner une idée succincte des immenses travaux que poursuit l'association scientifique sortie du congrès de Bruxelles ; association dont le dévoué fondateur mérite une si glorieuse place parmi les bienfaiteurs de l'humanité.

ÉLIE MARGOLLÉ.

LA CAVERNE DE DÉCORAH

Près du village de ce nom, dans l'État de l'Iowa (États-Unis), il existe une caverne où l'on voit se produire un phénomène assez singulier. Son entrée est à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la vallée et on y descend en suivant une pente d'environ 45°, par une galerie naturelle assez large d'abord, puis ne donnant passage qu'à une seule personne à la fois. Cette galerie aboutit à un plateau non loin duquel le toit de la caverne se relève brusquement à une assez grande hauteur, pour se terminer en cône tronqué au sommet, et présentant une ouverture d'environ cinquante centimètres de diamètre. Cette disposition des lieux réalise les conditions nécessaires pour produire un fort tirage, d'autant plus énergique que la température à l'extérieur est plus élevée. L'ouverture naturelle située au sommet de la voûte agit comme cheminée d'appel.

Il en résulte que lorsqu'en été l'atmosphère est chaude, l'évaporation d'une partie de l'eau qui s'infiltre jusqu'aux parois de la caverne est suffisante pour produire un froid capable d'en congeler une autre partie ; qu'en conséquence, dans les étés secs, la glace y est peu abondante ; mais que dans les années pluvieuses, la glace, pendant la saison chaude, ferme presque entièrement le passage qui conduit à cette cavité souterraine. Par contre, en hiver, le thermomètre s'y tient toujours plus élevé qu'à l'extérieur. On y a constaté l'année dernière, au mois de juillet, une couche de glace d'environ 0^m.15, recouvrant les parois et la congélation superficielle de l'eau apportée de l'extérieur, effectuée au bout de dix minutes d'exposition. On a constaté, en outre, qu'au 28 février 1860, le thermomètre marquait au fond + 2°.2, successivement + 1° et 0° en remontant, et enfin — 2°.2 à l'extérieur. La même expérience, répétée le 3 juillet dernier, a donné — 1°.4 au fond de la caverne, tandis que la température de l'air extérieur marquait + 38°.

E. BARTHE.

¹ Voy. la *Presse scientifique des deux mondes*, t. II de 1860, p. 449.

SUR LE CADASTRE DES TERRES

Les pays qui en sont encore à faire leur cadastre ou qui ont besoin de le faire, ont presque tous renoncé aujourd'hui à ce phénix introuvable qu'on appelait la peréquation. Ils ont surtout senti que le but fiscal doit être rejeté au second plan, que le résultat important à obtenir consiste dans la garantie réelle, perpétuelle et efficace de la foi publique en matière de propriété foncière, ainsi que des droits réels de toute espèce qui affectent transitoirement la propriété.

La garantie de la foi publique, en cette matière, exige la constitution réelle et absolue du titre de propriété; mais loin d'être immuable, ce titre doit pouvoir suivre avec la plus grande facilité les mutations les plus fréquentes et les plus capricieuses; il doit porter la trace de tous les droits réels des tiers qui s'y succèdent; il doit pouvoir se produire, se produire même forcément, partout où besoin est, sans apparaître inutilement où besoin n'est pas. Les plans cadastraux ordinaires sont absolument insuffisants pour ce but; il faut, avec M. de Robernier, arriver à une expression *désignative, descriptive et ubicative*, telle cependant qu'on puisse l'écrire manuellement et complètement dans les actes, sans recourir aux hommes de l'art; il faut enfin que la plus haute précision soit observée dans le mesurage des terres.

En l'état actuel de l'art on peut arriver à tous ces résultats et satisfaire à tous les *desiderata* posés par les magistrats et les administrateurs, par M. de Robernier entre autres, dans ses savants travaux, notamment dans la *Preuve du droit de propriété*. Mais les opérations fort longues et coûteuses ne peuvent être faites que par un personnel possédant un degré très élevé d'instruction.

M. Porro, dans un cours qu'il vient de faire à propos du cadastre d'Espagne, a développé un système qu'il appelle tachéométrique, au moyen duquel on arrive à faire cinq fois mieux et cinq fois plus vite qu'avec les méthodes usuelles, tout en y employant un personnel possédant un degré d'instruction scientifique bien moins élevé, par conséquent moins cher et plus facile à trouver, et en donnant le nivellement général du pays rapporté numériquement au niveau de la mer et exprimé graphiquement sur les plans par les courbes horizontales.

Nous n'avons pas l'intention de donner la description de la nouvelle méthode et des instruments perfectionnés qui y sont employés. Mais nous voulons extraire des rédactions du cours de M. Porro, celle des 17^e et 18^e leçons, qui avaient pour but l'examen de la tolérance qu'on doit accorder aux géomètres.

Si le cadastre doit faire titre et valoir légalement dans les questions les plus délicates de limites et de distances légales, il faut que son degré d'exactitude soit très élevé, le plus élevé possible. En France on avait accordé 1/2, 1 et 2 0/0 de tolérance en plaine, en colline et en montagne. M. Porro réduit cette tolérance au millième sans distinction. S'il est possible aujourd'hui d'arriver à ce haut degré d'exactitude, il est évident que ce serait folie de ne pas le prescrire partout.

Le sommaire des leçons de M. Porro dont nous allons nous occuper était celui-ci : « Agrimétrie ¹ — Lois progressives du degré d'exactitude des opérations agrimétriques. — Ce qu'on doit entendre par le mot tolérance et comment on doit l'employer. »

Aucune opération de mesure ne pouvant de main humaine être faite avec une exactitude mathématique, si on essayait de combiner directement entre eux à l'état brut les résultats originaux d'un levé agrimétrique (angles et distances), on n'arriverait jamais à construire exactement le plan, parce que les conditions géométriques d'existence des figures ne se trouveraient généralement pas remplies, c'est-à-dire que les trois angles des triangles ne feraient pas exactement deux angles droits; que la somme de tous les angles mesurés autour d'un point ne vaudrait pas quatre angles droits; que la somme des parties d'une droite mesurées séparément ne produirait pas l'entier, et cela avec des écarts qui dépendent de la bonté des méthodes, des instruments employés et de l'aptitude des opérateurs.

Tant qu'on s'est contenté de procéder aux levés agrimétriques par des moyens graphiques (la planchette), ou bien de traduire par des constructions graphiques en dessins, les données numériques recueillies sur le terrain, à l'équerre, à la chaîne, à la boussole, au graphomètre, le sens pratique du géomètre est resté seul arbitre du *coup de pousse* à donner pour *tirer* et *aplatir* sur la feuille de papier un ensemble d'angles et de distances géométriquement impossibles, et partant différents du vrai, de toute l'imperfection des mesures tant linéaires qu'angulaires; par ce *coup de pousse* arbitraire, rarement heureux, on s'éloignait ordinairement de plus en plus de la vérité; les erreurs, non du lever, mais du *coup de pousse*, s'ajoutant de proche en proche, en étaient la cause.

Mais aujourd'hui que l'on ne se contente plus de plans graphiques, aujourd'hui que l'agrimétrie est forcée de fournir numériquement les positions de tous les points déterminants des contours des propriétés par leurs coordonnées rectangulaires numériquement enregistrées, il est devenu indispensable de substituer à ce *coup de pousse arbitraire* des procédés de *compensation* ² semblables à ceux qui sont adoptés dans les grandes opérations géodésiques et astronomiques, et qui, fondés sur la théorie des probabilités, permettent de rapprocher indéfiniment le résultat de la vérité.

On trouve la première application de ces méthodes de *compensation* aux opérations de l'agrimétrie, dans le Traité de tachéométrie de Porro. Cet auteur appelle *polygonations* le système rationnel de *compensations* qui lui permet de satisfaire, avec les moindres corrections possibles, et en convergeant de plus en plus vers la vérité, à toutes les conditions géométriques d'existence des figures.

On arrive, par cette méthode, à la détermination des coordonnées défini-

¹ L'agrimétrie (mieux vaudrait dire agrimensure) est l'art de mesurer les champs : cet art n'a jamais pu s'appeler *arpentage* dans les pays où la mesure agraire était autre que l'*arpent*. On ne peut plus l'appeler de ce nom en France depuis que l'arpent a fait place à l'are.

² *Observationes compensatae*, de Gauss : on donne, dans le cours de ce Mémoire, à ce mot, la même signification.

tives de tous les points levés avec un degré d'exactitude bien plus grand que celui qui est *propre* aux mesures originelles (angles et distances). Rien n'est arbitraire ici, tout est rationnel dans ces moyennes, dans ces compensations, dans ces *retouches* nécessaires. Mais ces compensations, ces retouches, assujetties ordinairement à la condition de rendre *minima* la somme des carrés des écarts que présentent les résultats partiels comparés aux résultats moyens, ne sont permises que pour autant que les écarts n'excèdent pas la limite de la nature des instruments et des méthodes employés, limite que l'expérience détermine. Au-delà de cette limite, les écarts qu'on rencontre doivent être considérés comme des erreurs, le géomètre doit rejeter les résultats qui en sont affectés, et refaire, si besoin est, l'opération qui les a fournis.

Voilà donc un premier ordre de *tolérance* à déterminer, tolérance que le géomètre *s'accorde à soi-même*, et qui n'a rien de commun avec la tolérance sur le travail fini que l'autorité commissionnante doit accorder aux géomètres, et dont on parlera ci-après.

Les moyens de compensation dont il s'agit permettent donc de converger rapidement vers la vérité, mais ne donnent pas encore la *certitude* de l'atteindre; la théorie des probabilités enseigne à déterminer l'*incertitude rémanente*¹ de chacune des positions d'une opération agrimétrique en fonction de l'*incertitude propre* des éléments originels (angles et distances) mesurés sur le terrain.

Puis donc que les *positions définitives*, lesquelles constituent le but et le résultat final du travail agrimétrique, sont encore, malgré les compensations, passibles d'une *incertitude* quelconque, tant petite qu'elle soit, force est bien, pour l'autorité commissionnante, d'accorder à son tour aux géomètres une *tolérance*; que nous appellerons du second ordre et dont la limite dépend du but en vue duquel l'opération est faite.

Il appartient à l'autorité, qui demande aux géomètres un travail agrimétrique, de fixer les limites de la *tolérance* du second ordre, en raison du but et de l'importance du travail, et à ses inspecteurs de vérifier le travail que les géomètres présenteront, pour s'assurer que nulle part l'*incertitude rémanente* ne dépasse la *tolérance* accordée.

Il appartient aux géomètres de proportionner les instruments, les métho-

¹ On est dans l'usage d'appeler *erreur* ce que nous appelons ici *incertitude*, et d'appeler *erreur grossière* celle qui est le résultat de la négligence ou de l'inaptitude de l'opérateur. Dans le cours de ce travail, l'*erreur grossière*, telle qu'une portée comptée de plus ou de moins dans un chaînage, un chiffre mal lu sur un cercle ou mal enregistré, etc., sera désignée tout simplement du nom d'*erreur*; le mot *incertitude* sera spécialement consacré à désigner cette aberration indépendante de l'opérateur et par suite de laquelle, en prenant une même mesure avec les mêmes moyens, un grand nombre de fois, on arrive à des résultats sensiblement différents dont aucun n'est la *vérité*, mais dont la moyenne en approche avec une *incertitude rémanente* plus petite que l'*incertitude propre* de chacun des résultats. On a déjà compris que l'*incertitude propre* est celle qui affecte un résultat primitif et isolé, et que l'*incertitude rémanente* est celle qui affecte les positions définitives après que les moyennes ont été prises et les compensations opérées. Quant aux erreurs proprement dites, il faut bien se garder de les confondre avec les petits écarts ci-dessus, qui constituent l'*incertitude propre* et inévitable; les erreurs, il faut s'attacher à les rechercher et à les extirper du travail avant de procéder à aucune autre opération.

des, le nombre des répétitions, des opérations, au degré de précision que l'autorité aura réclamée.

La recherche de la limite des écarts sur les résultats bruts, qui doit déterminer le géomètre à rejeter son propre travail, est tout expérimentale, elle n'intéresse que le géomètre; elle constitue ce que nous désignerons sous l'appellation de tolérance au premier degré, et on désignera par appellation de tolérance au second degré celle que l'autorité commissionnante accorde sur les résultats définitifs, desquels seuls elle a intérêt à s'occuper.

Pour obtenir un même degré de précision sur le résultat définitif auquel s'applique la tolérance au second degré, le géomètre a deux moyens différents : le premier consiste à y proportionner l'exactitude des instruments; le second, quand les instruments sont donnés, consiste dans la multiplication ou dans la réitération des mesures, afin d'en faire concourir dans les moyennes un plus grand nombre.

La tolérance au premier degré n'a donc aucun rapport nécessaire avec la tolérance au second degré.

Néanmoins, les principes sur lesquels doit se baser l'autorité pour établir le taux et la formule de la tolérance, ne dépendent pas seulement des besoins d'exactitude qu'elle éprouve, il faut encore que l'autorité se borne à demander ce qui est possible, c'est-à-dire que ce taux et cette formule soient subordonnés à la nature des moyens que l'art possède pour obtenir les résultats demandés, ainsi qu'aux moyens praticables avec sécurité pour les contrôler.

Pour les opérations cadastrales, par exemple, on a le plus souvent fixé la tolérance à un tant pour mille de la distance, sans distinction, ou bien avec des distinctions relatives seulement aux difficultés topographiques du terrain; cette formule n'est ni plus ni moins qu'absurde dans son application; quel qu'en soit le taux, il est presque toujours ou trop fort ou trop faible, suivant qu'il s'applique à des distances longues ou courtes, convergentes ou parallèles, ou divergentes. En suivant cette formule, un inspecteur s'expose à rejeter parfois un bon travail ou à en admettre un mauvais.

Dans le cadastre lombardo-vénitien, par exemple, le taux auquel on a généralement satisfait pour les plans des sections, était d'un quatre centième; quand ensuite on a voulu assembler les sections, on a trouvé des incompatibilités périmétrales allant jusqu'à 180 mètres, que le *coup de pousse* totalement arbitraire a été chargé de faire disparaître. Des calques mouillés et étirés à l'éponge, des coups de ciseaux dans ces mêmes calques, quand l'éponge ne suffisait pas, sont les moyens fort peu géométriques qu'on n'a pas craint d'employer pour faire concorder sur les plans d'assemblage les plans de section. Ce cadastre, si c'en est un, a coûté 22 fr. l'hectare.

En examinant avec les lumières de la théorie des probabilités, la nature et les combinaisons des opérations que le géomètre doit faire, on arrive bientôt à se convaincre : premièrement, que pour une étendue limitée, telle par exemple que 1 kilomètre carré, la formule par laquelle doit s'exprimer la tolérance, tant au premier qu'au second degré, est la même et

qu'elle doit contenir nécessairement au moins deux termes, l'un constant, l'autre proportionnel aux dimensions à comparer; mais que pour la tolérance au second degré, les coefficients doivent changer, que la tolérance doit se restreindre au fur et à mesure que l'étendue augmente. En second lieu, que la tolérance au second degré ne peut pas être appliquée directement, ni aux coordonnées des points du lever, ni même aux différences entre les coordonnées des deux points A, B, dont on veut comparer la position, mais à la distance qui existe entre lesdits points.

En appelant D cette distance, et indiquant par t (mètres) la quantité linéaire de tolérance accordée, la formule sera donc

$$t = C + mD \dots\dots\dots (\alpha)$$

dans laquelle C est une quantité linéaire constante, et la même pour tous les points, m est un coefficient fractionnaire dépendant de l'exactitude des instruments et des méthodes employés.

En admettant pour bonnes les coordonnées de l'un des deux points, A par exemple, et en supposant décrite autour du lieu véritable du point B une petite sphère avec le rayon t , la position assignée par le géomètre audit point B, et représentée par les coordonnées que le géomètre donne, doit se rencontrer dans l'intérieur de cette sphère. — Cette condition doit être satisfaite pour tout point quelconque, comparé à tout autre point quelconque, à toutes les distances, dans les limites de l'applicabilité de la formule (α) plus haut définie. C'est ici le lieu de remarquer que le terme C n'a une importance réelle que pour les petites distances, pour lesquelles le terme mD est très petit. Ce terme C, qui trouve sa raison d'être dans la plus ou moins imparfaite *définition* locale des points du lever, devient tout à fait négligeable dès que les distances deviennent un peu grandes; on peut déjà même le négliger vers la limite de l'étendue assignée plus haut à l'application de cette formule.

L'opération par laquelle le géomètre est arrivé au lever d'une étendue restreinte, telle, par exemple, qu'un kilomètre carré, peut être refaite un grand nombre de fois sur le même espace de terrain, et chaque fois satisfaire exactement à la tolérance admise aux deux degrés, tout en donnant chaque fois des résultats différents, sans qu'on puisse affirmer que, ni aucun de ces résultats, ni leur moyenne, soit la *vérité*.

Cependant Liagre a démontré le premier, par l'analyse, que la moyenne arithmétique de tous les résultats constitue la valeur la plus *probable*, c'est-à-dire celle pour laquelle l'*incertitude rémanente* est la plus petite possible; c'est donc, si ce cas avait lieu, la moyenne de toutes ces valeurs qu'on devrait adopter. Liagre a démontré aussi que la grandeur de cette *incertitude rémanente* est inversement proportionnelle à la racine carrée du nombre de fois que l'opération a été répétée.

Ainsi, si pour simplifier et fixer les idées, on considère dans cette étendue deux points A B, placés à une distance quelconque D l'un de l'autre, le premier A étant pris pour point *fixe* et *inamovible* de comparaison, et si on désigne par i l'inexactitude *propre* qui affecterait la position

du point B, s'il était déterminé par une seule opération, la moyenne des n résultats de D' D'' D''' ... D^n , obtenue au moyen de n opération et exprimée par

$$D = D' + D'' + D''' \dots + D^n = \frac{\sum D}{n}$$

ne sera affectée que d'une *incertitude rémanente*

$$i^n = \frac{i}{\sqrt{n}}$$

la somme de tous ces résultats

$$\sum D = n D$$

serait évidemment affectée d'une *incertitude rémanente* égale à la somme algébrique de toutes les incertitudes partielles. On aura donc pour cette somme

$$I = \frac{i' + i'' + i''' \dots + i^n}{\sqrt{n}} = \frac{\sum i}{\sqrt{n}}$$

On en peut conclure que si, au lieu de répéter plusieurs fois sur un même terrain l'opération, on ajoute bout à bout des opérations semblables, afin d'arriver successivement à des points B' , B'' , etc., B^n , on n'aura à craindre sur la distance $A B^n = \sum D$ que la même incertitude ci-dessus :

$$I = \frac{\sum i}{\sqrt{n}}$$

Si on avait à faire un lever agrimétrique très étendu, qu'aucune opération trigonométrique n'eût précédé, avec des moyens qui permettent d'appliquer au second degré la formule (α) jusqu'à un kilomètre, en y faisant $C = 0.1$ $M = 0.001$, l'incertitude rémanente pour d'autres distances plus grandes serait comme dans le tableau suivant :

Distance en mètres.	Incetitude rémanente.	Rapport.
100	0.20	0.0020
1,000	1.10	0.0011
10,000	3.15	0.00032
100,000	10.00	0.00010
1,000,000	32.00	0.000032

On voit donc que, contrairement à l'opinion des praticiens vulgaires, bien loin de s'ajouter et d'augmenter indéfiniment dans une forte proportion, les *incertitudes* proportionnelles, inhérentes à la nature des instruments et des méthodes d'opération, vont en diminuant rapidement.

Mais les opérations agrimétriques modernes sont toujours précédées de triangulations de plusieurs ordres qui forment comme la charpente dans laquelle le lever agrimétrique doit s'encadrer, et dont les côtés descendent

jusqu'à la limite moyenne de cinq à dix mille mètres; ce n'est donc guère que jusqu'à la limite moyenne de trois à cinq mille mètres que le lever agrimétrique doit pouvoir, pour ainsi dire, marcher de soi-même tout en se rattachant le plus souvent possible par des directions azimutales, à des points trigonométriques plus éloignés. On pourra donc se borner à prendre, pour régler la tolérance au second degré, sur des distances au delà d'un kilomètre, la formule

$$t = \sqrt{mD}$$

En résumé, il est conforme aux possibilités pratiques tout autant qu'à la bonne réussite d'une grande opération agrimétrique, d'établir pour la tolérance linéaire au second degré les deux formules suivantes :

$$(\alpha) \dots t = C + mD,$$

jusqu'à 1 kilomètre;

$$(\beta) \dots t = \sqrt{mD}$$

au delà, jusqu'au centre du cercle circonscrit au triangle dont le lever forme le remplissage.

Parmi les méthodes qui ont été appliquées durant la première moitié de ce siècle au lever agrimétrique, la meilleure est incontestablement la tachéométrie. Laissant de côté l'économie de temps, dont on n'a point à s'occuper dans cet article, cette méthode réalise l'idéal de la théorie du lever agrimétrique avec une aisance, une facilité, une uniformité qu'aucune autre méthode ne permet d'obtenir.

L'examen de la plupart des grands travaux faits tachéométriquement depuis une quarantaine d'années dans différents pays, a démontré que les formules (α) et (β) sont parfaitement applicables aux résultats d'un lever tachéométrique; 2° qu'on peut prescrire pour la tolérance au second degré :

$$c = 0.1$$

$$m = 0.001$$

On pourrait même au besoin, dans les villes où la propriété a une grande valeur, réduire à moitié ces deux quantités, sans que pour cela la difficulté de l'opération, et, partant, le prix à payer au géomètre, eût à augmenter considérablement pour cette cause.

Le prix de l'hectare pour un lever de ville ou village sera toujours plus cher que pour un lever agrimétrique, à cause des nombreux détails et de la sujétion particulière provenant de la circulation; la restriction des limites de la tolérance se fondant sur d'autres causes bien plus puissantes, son influence sur le prix pourra toujours être négligée.

Quant à la tolérance au premier degré, on peut admettre des quantités plus fortes; mais il paraît prudent de ne pas arriver à doubler les valeurs

de C et de m , pour ne pas s'exposer à des mécomptes, qui sont, à la vérité, très peu probables, mais qui ne sont pas impossibles.

Dans le lever du duché de Gênes, par exemple, qui a été fait tachéométriquement, mais avec des instruments de qualité inférieure, on avait admis pour la tolérance au premier degré $C = 0^m.20$; $M = 0.005$. Ce travail supporte, à de rares exceptions près, pour la tolérance au second degré; c'est-à-dire pour les positions définitives, l'emploi de la formule (β), avec $C = 0.10$ $m = 0.005$: sur quatre mille opérations de révision, plus de deux mille n'excèdent pas la limite de $m = 0.004$. Malgré cela, il ne paraît pas prudent de la part des géomètres de se permettre une tolérance au premier degré, proportionnellement aussi large. Observons de plus que la tolérance au premier degré s'applique au développement des lignes polygonales, tandis que la tolérance au second degré s'applique aux distances des points comparés. Il est facile de voir que cette différence dans le mode d'application agit dans le même sens qu'une augmentation des valeurs de C et de m .

La limite 0.1 pour la valeur de C suppose que le géomètre n'a pas à s'occuper de la recherche des points périmétraux des propriétés; qu'au contraire les propriétaires dont les propriétés ne seraient pas délimitées par des bornes apparentes, avertis en temps utile par l'autorité compétente, auront pris soin eux-mêmes d'indiquer leurs points périmétraux, en y plaçant à l'avance des jalons bien visibles; car évidemment on ne peut pas donner charge au géomètre de l'indéfinition des points limitrophes des propriétés, que souvent rien d'évident ne montre, ou qui consistent en des fossés, des haies, des moraines en terre, etc., d'une forme vague et indéterminée. Cette valeur de C trouve sa raison d'être dans les incertitudes pratiques d'application de la mire sur le point, dans les petites inclinalités de la mire, ainsi que dans d'autres causes de même nature.

JOSEPH PORRO *neveu.*

LES MINES ET L'INDUSTRIE EN CALIFORNIE

I

LES PLACERS ET LE LAVAGE DE L'OR

On sait que la découverte de l'or date, en Californie, des premiers jours de l'année 1848, et qu'elle fut due à un effet du hasard; on se rappelle aussi quelle nombreuse émigration, partie de tous les coins de l'univers, a suivi cet événement; enfin, on n'ignore pas, peut-être, que les Américains, possesseurs du pays qu'ils ont conquis sur les Mexicains, presque au moment de la découverte de l'or, ont fait de la Cali-

fornie, après un temps passager de troubles sans nom, un de leurs Etats les plus prospères.

Ce n'est donc pas l'histoire de la contrée que je viens présenter ici, c'est seulement de l'exploitation de ses gîtes minéraux, et de la situation favorable créée à l'industrie en ce pays lointain, que je vais entretenir le lecteur. Je commencerai naturellement par l'exploitation des gisements aurifères, et parmi ceux-ci je parlerai avant tout des placers.

Géologie générale du pays. — Un mot d'abord sur la constitution géologique générale du pays.

Le relief du sol, sur toute l'étendue de l'Etat de Californie, est ordinairement montagneux. Deux chaînes traversent le pays du sud au nord. L'une, parallèle à la ligne du rivage, suit une direction N.-O.-S.-E.; elle porte le nom de *Coast-Range*, ou chaîne de la côte. Le massif de cette chaîne est granitique et schisteux; des sapins couvrent les cimes les plus élevées.

La deuxième chaîne, située plus avant dans les terres, est surtout développée dans le nord de l'Etat, où elle se dirige N.-S. Elle vient mourir dans le sud, où sa direction incline du N.-O. au S.-E. C'est la chaîne de la *Sierra-Nevada*, qui a gardé son nom mexicain. Elle limite à l'est l'Etat de Californie. Son noyau est essentiellement composé de roches granitiques, mais le massif des contreforts secondaires qui s'en détachent est plutôt schisteux.

Entre la Sierra-Nevada et la chaîne de la côte sont les vallées du *Sacramento* et du *San-Joaquin*, fleuves qui viennent tous les deux se jeter dans la baie de San-Francisco. Ils présentent ce phénomène curieux d'une embouchure presque commune, et d'une direction symétrique, l'un, le Sacramento, descendant du nord; l'autre, le San-Joaquin, venant du sud. Les vallées latérales, celles que sillonnent les affluents du Sacramento et du San-Joaquin, sont les plus aurifères, et ce sont celles qui sont encore aujourd'hui les plus exploitées. Les sables et les terres déposés à leur niveau, comme dans le lit des ruisseaux ou des ravins adjacents, ainsi qu'aux flancs des vallées, et même sur les plateaux limitrophes, constituent ce qu'on nomme les *placers*, ou les terrains d'alluvions aurifères. Le mot *placer* est espagnol, et signifie dans ce cas : banc de sable ou de gravier, terrain de transport ou de sédiment.

Il ne faut pas confondre les placers avec les mines d'or proprement dites, où le précieux métal, ainsi que le terrain dans lequel il est enfoncé, se trouvent toujours en place. Les terrains schisteux dont il a été parlé sont traversés en différents endroits par des roches de formation ignée, *serpentines*, *diorites*, *greenstones*; et c'est à l'apparition de ces rochers qu'est dû non-seulement le relief définitif du sol, mais encore la formation des fissures par lesquelles se sont fait jour, du dedans au dehors, les filons ou veines de quartz aurifère. L'affleurement de ces filons est souvent de beaucoup élevé au-dessus du niveau des vallées sous-jacentes, et c'est sans doute en partie à la dénudation

des *chapeaux de fer*¹ par les eaux torrentielles qu'est due l'existence du dépôt de l'or dans les placers.

Étendue des placers; nombre et nationalité des mineurs; claims. — L'exploitation des placers a commencé en Californie avec la découverte de l'or. Elle a été surtout très florissante et très productive de 1849 à 1852, époque où elle a commencé à décroître, bien que toujours très en vigueur, même en ce moment.

L'étendue des placers va d'un bout à l'autre de la Californie, suivant dans le nord la vallée du Sacramento, et dans le sud celle de San-Joaquin. On peut estimer la longueur totale à près de 800 kilomètres pour la seule Californie, car les placers réapparaissent ensuite au nord dans l'Orégon et jusque dans la Colombie britannique, sur une longueur encore plus considérable que la première. La largeur moyenne des champs d'exploitation actuels peut être évaluée en Californie à 80 ou 100 kilom... c'est-à-dire à peu près au dixième de la longueur. Tous les placers exploités sont concentrés sur le versant de la Sierra-Nevada qui regarde la mer Pacifique; mais l'autre versant est également riche, témoin les mines d'or de *Walker-River* découvertes en 1858, et celles d'argent de *Washoe* en 1859².

Les mineurs répandus sur les placers étaient, dans les premiers temps, au nombre de plus de cent mille. Aujourd'hui, on évalue leur chiffre total à environ quatre-vingt mille.

Les plus nombreux sont les Chinois, patients et ingénieux travailleurs, mais que maltraitent les Américains. Après eux, viennent les Espagnols des colonies, surtout les Mexicains et les Chiliens. Ils sont très habiles dans le lavage de l'or, mais paresseux et joueurs. Ensuite les Français, qui sont d'assez bons terrassiers pour la fouille des terres. Ils apportent beaucoup de gaieté et d'entrain dans leur ouvrage. Leur défaut capital est de manquer quelquefois d'esprit de suite dans leurs recherches, et de ne s'entendre pas toujours entre eux. Les Allemands, encore assez nombreux dans certains comtés, ont montré plus d'union et de discipline, et s'en sont toujours bien trouvés. Nommons enfin les Américains, très nombreux sur les placers aux premiers jours de l'exploitation. Leur insatiable avidité, leur égoïsme honteux, y amenèrent des luttes terribles, et les *revolvers* et les *rifles* décidèrent plus d'une fois de la possession d'un gîte convoité. Aujourd'hui le calme s'est peu à peu rétabli partout, et la plupart des Américains ont déserté les placers, qui ne produisent plus assez pour eux.

La première occupation constitue le droit d'exploitation sur un placer, et la concession faite au mineur porte le nom de *claim*. Ce nom est anglais, et signifie dans ce cas *droit de possession*. On l'applique en Californie à toute portion d'un gisement métallifère quelconque, dont

¹ Les affleurements ou la portion d'un filon qui se montre au jour, prennent le nom de *chapeau de fer* quand ils sont formés de roches ferrugineuses décomposées.

² Voir, au sujet de ces dernières, une notice dans la livraison du 1^{er} octobre. — On est prié de corriger un *errata* qui s'est glissé dans cette notice : lire 40 à 50,000 francs, au lieu de 4 à 5,000, ligne 18 (en commençant).

un mineur a le droit de s'emparer si elle est libre ou inexploitée. Il faut que l'exploitation se continue dès lors sans interruption, sous peine de déchéance. Je reviendrai du reste, dans un prochain article, sur l'institution des claims, et sur les heureux effets que l'organisation la plus libérale de la propriété des mines et du travail industriel, a produits en Californie. Pour le moment, il s'agit seulement de l'extraction de l'or sur les placers.

Travail à la corne et à la battée. — Voici, en prenant les choses à l'origine, comment on procède d'ordinaire à la reconnaissance et à l'exploitation d'un placer.

Le mineur, en recherche d'un claim, arrivé à un point inoccupé et qu'il croit favorable, fait ce qu'on appelle un *prospect*. Encore un mot anglais, et cela n'est pas étonnant, car les Américains ont imposé leur langue au pays conquis. Ce mot signifie, dans son sens le plus général, coup d'œil étendu. Un prospect, en matière de placer, est donc un coup d'œil étendu du mineur sur le terrain aurifère qu'il convoite. De prospect on a fait prospecteur, et ces mots ont été adoptés, la racine et le dérivé, par tous les mineurs français de Californie. Pour procéder à son examen préalable, le prospecteur prend en différents endroits quelques portions de la terre ou du sable qu'il veut essayer. Si le terrain est vierge, il examine d'abord la surface; s'il a déjà été exploré, il fait un trou dans le sol, et sonde en différents points; enfin, il remplit de terre à essayer une *corne* ou *sébile*. Elle est de forme ovoïde, à section elliptique. Taillée sur une corne d'animal, elle a dû être façonnée à la main, après son ramollissement dans l'eau bouillante. On la connaît dans les colonies espagnoles sous le nom de *poruña*. Ce nom n'est pas d'origine castillanne, il paraît provenir des Indiens, qui exploitaient les sables aurifères de l'Amérique bien avant l'arrivée des Espagnols.

Quand le mineur a rempli sa corne du sable ou de la terre à examiner, il la plonge dans l'eau, et il en lave le contenu en faisant exécuter à l'instrument, qu'il tient d'une seule main, un mouvement rapide de va et vient en divers sens. Il incline peu à peu la corne, et l'eau entraîne bientôt toutes les matières moins lourdes que l'or. Le mouvement à imprimer ne saurait se bien décrire, et il faut l'avoir vu de ses yeux; il s'acquiert du reste en peu de temps par l'habitude. Les mineurs mexicains et chiliens sont les plus habiles dans ce genre d'opération.

Si l'essai, répété plusieurs fois, donne une certaine quantité de paillettes d'or visibles à l'œil nu, le lieu est réputé bon, et le mineur *marque son claim*. Si l'essai est négatif; si, pour employer le terme en usage, la terre *ne paye pas*, le mineur choisit un endroit plus propice, ou bien il procède à une autre expérience, et il emploie cette fois la *battée*. La battée, appelée aussi *pan* par les Américains et *plat* par les Français, deux mots correspondant au mot espagnol *batea*, est un vaste plat, ou plutôt une façon de cuvette en tôle de fer battu ou en bois. En tôle, elle est de forme tronconique et très évasée: c'est la battée

moderne, la vraie battée californienne. En bois, elle est en forme de calotte hémisphérique et faite d'une seule pièce : c'est la battée mexicaine ou chilienne, dont les formes sont à très peu près identiques ; la forme mexicaine est cependant beaucoup plus élégante.

La battée californienne était dans le principe en fer-blanc, ce qui permettait de distinguer l'or plus facilement. On ne la fait plus aujourd'hui qu'en tôle de fer, depuis qu'on s'est mis à laver au mercure sur quelques placers. Là en effet où l'or est si *fin* qu'il surnage pendant l'opération du lavage, ou que son état microscopique permet son entraînement avec les sables stériles, le mercure, qui a la propriété de dissoudre l'or, pare à ces deux inconvénients. On conçoit qu'il faut dans ce cas des battées en simple tôle de fer, car le mercure dissoudrait aussi l'étain du fer-blanc, ce qui donnerait, après distillation, un or très impur. Les battées en bois ont l'avantage de surnager, et, sous ce rapport, sont préférables à celles en fer. Celles-ci ont de 30 à 33 centimètres de diamètre au fond, et 35 à 45 à la partie supérieure ; la profondeur est généralement de 8 centimètres. Quant aux battées en bois, leur diamètre supérieur est de 55 à 60 centimètres, et leur profondeur de 10.

Quel que soit l'appareil avec lequel il opère, le mineur le remplit à moitié de la terre et du sable dont il veut reconnaître la richesse, et il plonge le tout dans l'eau. Alors il exécute rapidement, en tenant la battée des deux mains, une série de mouvements oscillatoires à droite et à gauche, en avant et en arrière, et quelquefois fait tourner la battée dans l'eau sur elle-même, autour de son axe vertical ; puis il incline l'appareil. L'eau entraîne peu à peu toutes les matières légères, d'abord celles qui restent en suspension, terres ou argiles ; puis celles un peu plus lourdes, comme des grains de quartz ou de roches désagrégées. Ceux-ci ne tardent pas à occuper seuls la partie supérieure du dépôt au fond de la battée. En inclinant peu à peu l'appareil, toutes ces matières s'échappent avec l'eau, et si l'on poursuit ainsi l'opération, il ne reste bientôt plus que les matières les plus lourdes, ainsi disposées de haut en bas : gros grains de quartz, oxyde de fer magnétique, paillettes d'or et de platine. On sépare avec la main les grains pierreux ; l'oxyde de fer, s'il est abondant, s'enlève avec le barreau aimanté, le platine avec les doigts, et bientôt les paillettes, plaquettes ou aiguilles d'or apparaissent parfaitement isolées. Quand il n'y en a qu'une très petite quantité, on dit que la terre essayée *montre la couleur* ; mais quand le nombre des paillettes est appréciable, on dit que la terre *paye bien*, ou qu'on a fait un *bon prospect*. Ces termes sont consacrés dans la langue des mineurs californiens, au moins ceux de race anglo-américaine ou française. Dans tous les cas, le mineur juge facilement, à vue d'œil, par le nombre et la grosseur des paillettes obtenues, du plus ou moins de richesse du claim qu'il recherche, et il agit en conséquence.

Le lavage à la battée, comme celui à la corne, ne saurait se bien comprendre, et encore moins s'apprendre par une description, quelque détaillée, quelque juste qu'on pût la faire. Ce sont choses qu'il

faut voir par soi-même, et auxquelles il faut s'exercer quelque temps pour arriver à bien opérer. Tous les mineurs californiens sont de bons laveurs à la battée; mais aucun, même après une pratique de dix ans, n'a pu encore approcher des Mexicains et des Chiliens, qui, dans les colonies espagnoles, ont appris dès l'enfance le métier de laveur d'or. Les Chiliens surtout manœuvrent la battée avec une habileté rare, et on peut dire qu'ils y mettent même une sorte d'élégance et de grâce qui leur est particulière. Ce sont les vrais artistes des placers.

Au commencement du travail des placers, un homme seul, aidé des appareils que je viens de décrire, suffisait quelquefois à l'exploitation, avec des terres très riches comme on en rencontrait alors. Aujourd'hui, au contraire, il est rare que les mineurs travaillent isolément, et que la corne et la battée soient seules employées, à moins de terres vierges et exceptionnellement très productives. La corne, mais surtout la battée, d'un usage beaucoup plus répandu, sont réservées aux seuls prospects. Le lavage continu à la battée est du reste très fatigant, par suite de la position que doit occuper le laveur, et par suite aussi du jeu répété des muscles du bras qu'exige la manœuvre de l'appareil. Un bon mineur chilien ne peut laver dans sa journée, en occupant utilement tous ses instants, plus de 125 battées. Les autres mineurs ne peuvent guère en laver plus de 80 à 100.

Il a donc fallu songer dès le principe à des appareils plus perfectionnés, et alors s'est présenté en premier lieu le *rocker* ou *berceau*, qui est d'importation chinoise, tel au moins qu'on l'emploie en Californie.

Travail au rocker ou berceau. — Le mineur, après un prospect favorable, ayant marqué son claim, procède d'abord à la fouille en grand du terrain. Il désagrége les terres et les sables agglomérés avec le *pic à deux pointes*, et quand il rencontre la roche dure, *bed rock*, au fond de la tranchée, il la fait éclater avec la *barrette* ou pince en fer aciéré. Il recueille soigneusement, avec une *curette* en fer de forme particulière, les sables, généralement très riches, qui se sont arrêtés dans les fissures ou les lits de la roche opposés au parcours de l'eau. Il met en un tas à part, avec la *pelle*, tous les sables et terres extraits de la tranchée, et qui lui paraissent aurifères. Il dispose en un autre tas les terres stériles, les grosses pierres, les cailloux roulés qu'il casse pour en examiner l'intérieur. Il porte enfin les sables au *rocker*, en les chargeant à la pelle dans un *seau*. Au préalable, il a dû aviser au moyen de recueillir une certaine quantité d'eau, si l'eau ne coule pas naturellement à la surface.

Le *rocker* est appelé aussi en anglais *cradle*, et ces deux mots signifient *berceau*. Ce nom est venu au *rocker* de sa forme particulière, mais surtout du mouvement qu'on lui communique. L'une et l'autre rappellent en effet la forme que l'on donne et le mouvement qu'on imprime au berceau des enfants.

Le *rocker* est le compagnon inséparable de tout mineur californien.

Il se compose de trois parties distinctes et mobiles : le crible ou la grille, *sieve*; le tablier ou plan incliné, *apron* ou *slide*, et le corps du berceau, la boîte, ou *rocker-box*. Le crible forme la partie supérieure; au-dessous vient le tablier. Celui-ci est superposé au fond du berceau, ou *bottom*, qui forme le troisième plan, et qui, par son prolongement, dépasse d'une égale longueur le crible et le tablier. Ce fond a de 90 à 120 c. de long, et 28 à 45 c. dans sa plus grande largeur vers l'extrémité postérieure. La hauteur totale de la boîte est de 15 à 22 cent. Les parois latérales du rocker, et une petite tringle en bois, reliant par le milieu les deux longs côtés de la boîte, maintiennent dans une position invariable le crible et le tablier. Enfin, le rocker est non-seulement ouvert dans le haut, mais aussi sur le devant, ce qui permet la sortie de l'eau et des sables stériles.

Le fond du crible est une feuille de tôle, percée de trous; elle est maintenue horizontalement. Le tablier est formé d'une toile forte, clouée sur un châssis en bois; il est assez fortement incliné.

Le corps et le fond du rocker sont en bois; le fond, généralement un peu incliné en sens contraire du tablier, est muni, sur le côté extérieur, celui qui appuie sur le sol, de deux *patins*, pour permettre l'ondulation du berceau. A cet effet, le rocker est établi sur un mince châssis rectangulaire en bois, ou *shoe*, que l'on étend par terre, et les patins appuient chacun sur l'un des petits côtés du châssis.

Ces patins ont la forme de ceux des berceaux d'enfants, et pour faciliter le mouvement, ils sont revêtus à leur partie recourbée, celle qui s'applique sur le châssis, d'une mince feuille de tôle.

Voici maintenant comment on opère :

Les terres et les sables à laver, portés au rocker, sont jetés sur le crible. Quand il y en a une certaine quantité, le laveur, assis latéralement sur une pierre ou un petit banc, saisit d'une main le rocker par un manche monté sur le crible. De l'autre main, il tient le vase à prendre l'eau, ou *dipper*.

Il arrose peu à peu les terres et les sables, et imprime à tout l'appareil le mouvement d'oscillation convenable. Ce qui reste sur le crible, cailloux roulés ou débris de roches, est rejeté après un certain nombre de lavages et d'oscillations, et non sans examen. L'or se retrouve avec les matières lourdes et métalliques (sables quartzeux, paillettes de platine et fer oxydulé) sur le tablier, et aussi sur le fond du rocker à l'arrière. A l'avant ce ne sont guère que des sables et des terres presque stériles dont l'eau a dû entraîner la plus grande partie. Une barre transversale, ménagée sur le milieu du plan qui forme le fond du rocker, et une autre à l'extrémité antérieure, ont retenu ces terres et l'or plus lourd avec elles. On enlève avec une *raclette* en tôle les sables enrichis, et on les lave à la battée pour en séparer l'or.

Le rocker n'est, en définitive, comme on peut le voir, qu'une ingénieuse combinaison du crible et de la table à secousses en usage dans la préparation mécanique des minerais. La pratique du rocker, moins difficile que celle de la corne ou de la battée, exige néanmoins une

certaine habitude. Les Chinois sont les plus habiles et les plus patients laveurs en ce genre. Ils se contentent du plus modique bénéfice, et on les rencontre l'été sur des ravins entièrement desséchés, lavant et relavant, auprès d'une mare d'eau stagnante, des sables que tout le monde dédaigne. A l'abri d'un soleil tropical, sous leur vaste chapeau de paille de forme traditionnelle, ils bravent courageusement les ardeurs d'une température caniculaire, dont la Syrie et le Sénégal pourraient seuls offrir des exemples. Ils s'adressent quelquefois à un amas de branchages, qu'ils traînent avec eux, pour lui demander un peu d'ombre, et là, assis du matin au soir près de leur rocker, ce n'est que par le bruit monotone et régulier de l'appareil qu'ils décèlent leur présence aux rares passants qui traversent le ravin.

Il est facile de calculer à quelle limite peut s'arrêter le lavage au rocker.

Deux mineurs, dont l'un fouille et porte les terres, et l'autre manœuvre le rocker, peuvent passer 300 seaux de terre par jour. Un seau cube environ 12 litres, et contient en kilos 15.60 à 16.20 de terres, le poids moyen de ces terres désagrégées étant de 1300 à 1350 k. le mètre cube. On estime, dans la plupart des cas, que le minimum d'or que doit donner un seau est d'un cent ou un de nos sous¹. Avec ce chiffre on arrive encore à fr. 7.50 pour la journée de chaque mineur; mais ce sera 5 fr. seulement s'ils sont trois : l'un pour la fouille, l'autre pour le transport, le troisième pour le lavage. Cette teneur d'un sou par seau porte la richesse minimum des terres à laver au rocker à $\frac{1}{100000}$, c'est-à-dire que sur 100 tonnes de terres lavées on doit recueillir 115 fr. d'or, à fr. 2.70 le gramme, prix moyen auquel on achète la poudre d'or en Californie.

Cette faible teneur des terres dont fait justice le rocker échappe encore moins aux appareils plus délicats qui vont être décrits. Ces appareils permettent, surtout par l'emploi du mercure que l'on combine quelquefois avec le lavage, de traiter les sables même les plus pauvres et renfermant l'or le plus fin. Les inventeurs d'Europe, qui se creusent tous les jours la tête pour découvrir des mécanismes nouveaux applicables à la séparation de l'or, ne se doutent pas que l'on soit aussi avancé en Californie. C'est que le mineur, qui pratique tous les jours sur le terrain, connaît mieux ses besoins que l'homme de cabinet. Que diraient aujourd'hui beaucoup de nos chercheurs, de nos inventeurs brevetés, si on leur rappelait, car ils ne l'ignorent pas sans doute, que la plupart de ces appareils, sur lesquels ils fondaient tant d'espérances, en les adressant à la Californie, gisent encore sur le rivage du Pacifique, ensablés par les dunes? On ne les en a jamais retirés, parce qu'avec raison on les jugeait impraticables.

Travail au longtom et au sluice. — Méthode chilienne. — Travail au flume. — Méthode hydraulique. — Le lavage au rocker est essentiel.

¹ Le dollar américain vaut au pair fr. 5.90. Il se divise en cent parties ou cents, dont chacune est par conséquent, à très peu près, égale à l'un de nos sous français.

lement limité. Il peut bien satisfaire deux ou trois hommes, mais non des compagnies entières de mineurs, à moins de gîtes exceptionnellement riches, ce qui ne se présente guère aujourd'hui. On a donc suppléé, de différentes manières, au lavage lent du rocker, et les principaux appareils employés, pour laver rapidement une grande quantité de terres à la fois, sont le *longtom*, sorte de caisse à grille, le *sluice* ou canal de bois, et le *flume*, canal de plus larges dimensions. Avec des deux derniers appareils se combine souvent le tube à jet forcé, ou *pipe*, qui constitue la *méthode hydraulique*, à laquelle a dû conduire la *méthode chilienne*, dont il sera préalablement parlé. C'est par l'un de ces systèmes qu'on arrive à laver des terres d'une excessive pauvreté, dont on ne saurait autrement tirer parti, car elles sont souvent dix et cent fois moins riches que celles dont on vient de déterminer la teneur minimum pour le rocker.

Le *longtom* se compose d'un bout de canal en bois, dans lequel arrive un courant d'eau, et d'un deuxième canal venant à la suite du premier, et qui s'élargit considérablement à son extrémité inférieure. Là, son fond est muni d'une grille laissant passer l'eau et les sables. Ils tombent dans une sorte de caisse inclinée, où deux traverses, l'une au milieu, l'autre à l'avant, retiennent les matières les plus lourdes et l'or avec elles.

On charge à la pelle les terres à laver dans le premier canal, et on les agite dans le second, sur le *tom*. Le reste s'achève comme pour le rocker. Mais le *longtom* double le travail du rocker, c'est-à-dire que deux hommes peuvent facilement y passer de 9 à 10,000 kilogrammes de terres par jour. Le *tom* a 3.60 de long, environ 20 à 22 cent. de profondeur, et de 35 à 60 cent. de largeur à son extrémité supérieure. Cette dernière dimension augmente insensiblement jusqu'au double, vers le milieu du *tom*, et de là les deux côtés restent parallèles jusqu'à l'extrémité inférieure. Celle-ci se relève un peu pour empêcher l'eau de s'écouler autrement que par le fond. Quant au bout de canal en avant du *tom*, il a la même largeur et la même profondeur que le *tom* au point où il s'embranché avec lui, et il se compose de un ou deux couloirs ajoutés bout à bout, et qui ont chacun une longueur de 3.60, ou 2 pieds américains.

Après le *longtom* vient le *sluice*, que les Français appellent *slouce*, pour prononcer comme les Américains. C'est un long canal ou couloir de bois, de faibles dimensions en largeur et profondeur: environ 0^m30. Il est légèrement incliné, formé de pièces ajoutées bout à bout, et une eau courante circule sur toute sa longueur. A la tête du canal, on jette à la pelle les terres à laver; elles sont entraînées par l'eau, et la majeure partie de l'or est retenue par des obstacles mis en travers du parcours, comme pour le *longtom*. Des doubles fonds, et parfois des tringles de bois en treillis remplissent le même but. Enfin, on fait aussi très souvent usage de *boîtes* ou *rifles à mercure* établis à demeure, et quelquefois aussi du mercure libre, qui accompagne alors la descente des sables.

La collecte de l'or, dans le sluice, ne se fait d'ordinaire qu'après plusieurs jours, et l'on a vu des rôdeurs de claims voler alors les produits d'une récolte laborieusement préparée; mais malheur à eux si le révoluer les atteint!

Le travail au sluice a lieu souvent sur une très grande échelle, et par compagnies de dix, vingt et même jusqu'à trente ouvriers à la fois. Les uns, les *terrassiers*, armés du pic, préparent les terres par la fouille; les autres, les *chargeurs*, les jettent à la pelle dans les sluices; d'autres enfin, les *laveurs*, les remuent et les lavent avec la fourche à dents de fer.

Sur les ravins et ruisseaux, on travaille au rocker l'été, pendant tout le temps de la sécheresse, et au sluice durant les premières pluies. Sur les plateaux arides, on travaille au sluice toute l'année, mais alors l'eau est amenée par des canaux construits à cet effet, ainsi qu'on le verra.

Avec les sluices se combine souvent une méthode particulière dite *méthode chilienne*, parce qu'elle a été importée par les mineurs du Chili, qui la mettent journellement en usage dans leur pays. Dans la méthode chilienne, le sluice est seulement destiné à amener les eaux au-dessus du niveau d'une couche aurifère qui gît à une faible profondeur sous le sol. On pratique une section transversale jusqu'à cette couche et on déblaie le terrain en avant, de manière à ménager une différence de niveau. Pendant que les eaux du sluice s'écoulent, on fait ébouler les terres et on les remue et les lave avec le pic et la pelle. L'eau entraîne les matières les plus légères, et l'or reste avec une partie des sables dans les interstices des bancs de rochers, ou bien il est retenu par les grosses pierres que l'eau n'entraîne pas. On achève l'opération soit au sluice, soit à la battée. Un homme seul peut travailler utilement par ce système mieux encore qu'avec le rocker, et faire beaucoup d'ouvrage et souvent de très bonnes journées. Le cas où la méthode chilienne s'emploie avec le plus d'avantages est celui d'un petit plateau ou talus aurifère au voisinage d'un cours d'eau. Dans ce cas, on détourne un filet du ruisseau, souvent d'une source voisine. On lui ménage un écoulement par une petite rigole ouverte à la surface, et qui vient déboucher sur le *front de taille* où travaille le mineur. Il est clair que le lavage des sables enrichis ne se termine alors qu'à la battée.

Le lavage au *flume* rappelle celui du sluice, et le flume n'est qu'un sluice de grande dimension, qui a jusqu'à 90 centimètres et 1 mètre de large. C'est aussi un véritable canal dans lequel l'eau est souvent amenée de fort loin. Au flume, la récolte de l'or ne se fait quelquefois qu'après plusieurs semaines.

Avec le lavage au flume se combine généralement l'attaque des terres par la *méthode hydraulique* (*hydraulic mining*). Cette méthode consiste à saper une colline ou un plateau d'alluvions par sa base, au moyen de jets d'eau projetés par un tuyau ou *pipe*, qui rappelle la lance des pompes à incendie, ou mieux les manches d'arrosage de nos

promenades et de nos jardins publics. Les Français, transportant le mot américain dans leur langue, appellent en Californie du nom original de *travail à la pipe* l'exploitation par la méthode hydraulique.

Le jet que dirige un mineur habitué à cette manœuvre, a une très grande force, par suite de la haute pression de l'eau, qui atteint souvent plusieurs atmosphères. La matière à abattre se trouve ainsi entièrement désagrégée, et soumise à un premier lavage. Sous le *porte-à-faux* qui se produit, tout le terrain supérieur s'éboule bientôt avec fracas. Des masses énormes se détachent tout d'une pièce, et les mineurs doivent user de prudence s'ils ne veulent pas être atteints. Quand on a démolì de la sorte une portion du terrain, on termine l'opération en lavant les terres au flume.

La méthode hydraulique décuple le travail, et on peut dire que l'emploi de la pression de l'eau pour la désagrégation des terrains d'alluvions aurifères, a été à l'exploitation des placers ce que l'emploi du tirage à la poudre par les acides a été à l'excavation des roches calcaires. Les placers qu'on attaque de cette manière sont les *placers secs* ou *dry diggings*, sur lesquels on emploie aussi les seuls sluices.

Le travail au flume ou au sluice, conduit comme on vient de le dire, est souvent très imposant, et on y compte jusqu'à cent ouvriers agglomérés sur un même point. Les mineurs, dans ce cas, ne sont pas tous associés; il y a aussi des ouvriers à gages, que l'on emploie suivant les besoins. Enfin un chef, choisi par la volonté de tous, dirige les manœuvres, et veille à l'ensemble et à la bonne marche de toutes les opérations.

Les claims travaillés de cette façon couvrent une surface considérable, et il faut plusieurs années d'exploitation pour les épuiser. On enlève quelquefois jusqu'à 20 mètres de terres en hauteur. L'immense quantité de sables lavés par cette méthode est rejetée dans les rivières, et elle commence déjà à obstruer même celles qui sont navigables.

Le lavage au sluice et surtout celui au flume ne sont, ainsi qu'on a pu le voir, qu'une imitation du lavage naturel des sables aurifères dans les cours d'eau qui les entraînent. Une pierre, un obstacle, interposés dans le sluice ou le flume, le fond non rabotté du couloir, agissent de même façon que le lit des cours d'eau, pour retenir les matières lourdes en mouvement. Le plus grand soin du laveur, dans le sluice comme au flume, doit donc être de régler la pente et le volume de l'eau suivant la quantité de sable à laver, leur grosseur et aussi le volume et la forme des paillettes d'or à recueillir. Ceci est surtout important quand on n'emploie pas le mercure dans le lavage; mais aucune règle ne peut s'établir, et c'est seulement par la pratique que le mineur arrive à régler l'ouverture de sa vanne et l'inclinaison de son sluice. Quant à l'or recueilli, il se présente d'ordinaire en paillettes ou en petites pépites¹, à

¹ Le mot pépite vient de l'espagnol *pepita*, pépin ou petit noyau. L'or natif prend le nom de *pépite* à partir de la grosseur d'un pois; et les paillettes, plaquettes ou aiguilles, portent collectivement le nom de *poudre d'or*.

surfaces arrondies et usées par l'entraînement de l'eau. Ces pépites affectent des formes bizarres, originales; on dirait qu'elles ont été fondues et littéralement *mâchées*. On connaît les parties boursoufflées et polies à la surface que renferment les scories de forge. C'est une forme approchant de celle des pépites aurifères. L'or se rencontre aussi sous forme de paillettes ou plaquettes de toutes dimensions, quelquefois sous forme d'aiguilles, et souvent aussi en poudre tenue mêlée aux paillettes.

Canaux d'alimentation des placers. — L'eau nécessaire au lavage est amenée sur tous les placers secs, quel que soit le système que l'on suive pour leur exploitation, par des canaux *ad hoc* et dont la prise est parfois à plus de 100 kilomètres du point d'arrivée. Les canaux, quand ils ont cette importance, distribuent les eaux sur leur parcours à un grand nombre de compagnies de mineurs, et l'eau s'achète ainsi sur les placers, comme on l'achète dans les villes. Le prix moyen, en Californie, est de 25 sous par jour et par pouce d'eau¹. Quelques-unes des sociétés hydrauliques, instituées pour l'établissement et l'exploitation des canaux, ont fait et font encore de très bonnes affaires. La majeure partie des placers secs est du reste encore vierge, et tous les jours de nouveaux canaux s'établissent pour venir en aide à leur exploitation.

La longueur totale de tous ces canaux, avec leurs embranchements, atteignait, en 1859, le développement incroyable de 12,600 kilomètres, ou 3,150 lieues ! Ces canaux amènent presque partout l'eau nécessaire aux mines et aux placers secs. D'une longueur moyenne de 40 à 50 kilomètres, il y en a qui dépassent 100, 150 et même 200 et 300 kilomètres, y compris, bien entendu, tous leurs embranchements. Ils ont leur prise sur des cours d'eau de la contrée. Je ne sais si l'on aura utilisé des barrages de retenue pour amasser l'eau des pluies, si abondantes pendant l'hiver. Souvent deux lignes rivales de canaux suivent une même direction, sans autre différence que la différence de niveau, qui est tout, il est vrai. Les travaux les plus gigantesques : des ponts suspendus surprenants de hardiesse, des siphons en métal d'une grande portée, des aqueducs en bois, soutenus en l'air à des hauteurs qui atteignent parfois 60 et 80 mètres; et d'un développement en longueur souvent considérable, jusqu'à plusieurs kilomètres; tout cela s'est fait en peu d'années, sans frais inutiles, et par la seule volonté des mineurs. Les bras et l'argent des travailleurs ont seuls ac-

¹ Si les chiffres, qu'on m'a donnés en Californie sont exacts, cette mesure équivaldrait au volume d'eau qui passe par un orifice d'un pouce de diamètre, la charge, c'est-à-dire la hauteur d'eau sur le centre de l'orifice, étant de six pouces. Or, le pouce américain est égal à 0^m.025. En appliquant sur ce chiffre, et les données précédentes, les formules pratiques d'hydraulique qui régissent l'écoulement d'un liquide par un orifice en *mince paroi*, je trouve que le pouce d'eau en Californie équivalait à environ 6 décilitres par seconde, soit 36 litres par minute. — En France, le pouce d'eau ou de fontainier, pour un orifice un peu plus fort (le pouce français est de 0^m.02707), correspond à une charge beaucoup plus faible, et ne donne que 13 litres 1/3 par minute.

complir cette grande entreprise, la plus remarquable peut-être dont aucun pays ait jamais été témoin, et sans laquelle la majeure partie des placers de Californie n'auraient jamais pu être exploités. La largeur de plusieurs de ces canaux atteint 3^m.50 et jusqu'à 4^m; leur profondeur, 1^m.50. Creusés dans le sol ou établis en planches, ils s'abaissent avec la pente voulue, et le mineur californien est, pour l'établissement de tous ces travaux, un hydraulicien des plus distingués. Mais quelques-uns de ces canaux, surtout pour les embranchements, ne méritent que le nom de rigoles.

Outre les canaux des mines, il y a aussi en Californie des canaux d'alimentation qui fournissent les villes d'eau potable, et quelques canaux d'irrigation pour les champs cultivés et les jardins. Il y a aussi de nombreux puits artésiens et des moulins à vent pour élever l'eau; mais ce n'est pas ici le lieu d'en parler plus longuement.

Travaux de rivières. — Exploitation de couches aurifères souterraines. — Conditions économiques générales du travail des placers. — Non content d'exploiter les placers proprement dits, le mineur californien a aussi fouillé le lit des ruisseaux, et même jusqu'au lit des rivières. Dans ces derniers travaux on lave toujours au sluice. On détourne le cours de la rivière à l'époque des basses eaux, pour recueillir les sables du fond. Une pompe chinoise ou à chapelets, que fait marcher une roue pendante mue par le mouvement de l'eau, alimente les sluices.

Les Chinois travaillent sur les rivières avec un ensemble remarquable, et une très grande habileté. C'est merveille de les voir, quand on traverse un cours d'eau en Californie; au mois de septembre et d'octobre, disséminés le long des rives sur plusieurs kilomètres de longueur. Chaque compagnie fait de son claim une sorte de ruche travailleuse, où le mouvement et la vie sont partout. Ceux-ci, disposés sur les côtés du sluice, y jettent les terres que l'eau courante entraîne et agite; d'autres, montés sur le sluice lui-même, lavent et relavent sans cesse des sables qui se renouvellent toujours. Celui-ci fait un essai au bord de l'eau, et le bruit bien connu de son rocker se mêle aux cris aigus des fils du Céleste-Empire. Cet autre, sans doute le mécanicien et le charpentier de la troupe, répare sur son établi les désastres survenus aux roues, à la pompe ou aux sluices, ou bien construit de nouveaux appareils. De tous côtés est le bruit, l'agitation, surtout le travail. Sur des rivières de faible débit, quand on a entièrement détourné le cours de l'eau dans un canal latéral, tous les travailleurs occupent l'ancien lit. Le pic et la pelle désagrègent les sables; des chèvres, grossièrement installées, enlèvent les blocs de rocher volumineux, et la pompe assèche complètement le terrain à exploiter. Chacun se distribue sa tâche et travaille avec ardeur, comptant que la récolte sera bonne. Et il faut en effet qu'une large part revienne à chacun des mineurs, car les travaux de rivières sont très dispendieux, à cause de tous les établissements préparatoires qu'ils exigent: barrages et endiguements étanches, canal latéral, roues et pompes hydrauliques, flu-

mes, sluices ou longtoms. Ces travaux sont aussi très chanceux, car on n'occupe pas toujours tout le fond de la rivière, et comme on ne le connaît point, on peut s'être porté du côté le plus pauvre ou même tout à fait stérile. Il y a, du reste, sur la même ligne de parcours, des parties riches et des parties pauvres, bien que la richesse générale diminue à mesure qu'on descend avec la rivière; et puis, tous les ruisseaux de Californie ne sont pas forcément des Pactoles. Enfin, si les pluies d'automne arrivent prématurément, tout le travail préparatoire des mineurs est perdu en pure perte. Malgré tant de chances défavorables, les travaux de rivières ont donné lieu, dans le principe, à des résultats plus que fabuleux. Il y a eu alors des endroits où l'on a retiré d'une seule battée un nombre assez considérable de paillettes et de pépites, pour atteindre la valeur de plusieurs milliers de francs, et où l'on a extrait pour plus de cent mille francs d'or en une journée. Aujourd'hui, les travaux de rivière sont presque entièrement abandonnés aux Chinois.

L'exploitation des gîtes de transport ne consiste pas seulement dans la fouille et le lavage des terres superficielles, mais elle nécessite parfois des travaux préalables, analogues aux véritables travaux de mines. Souvent, par exemple, on va rejoindre un dépôt d'alluvions ou de sédiments aurifères à une très grande profondeur sous le sol, par des puits verticaux ou *shafts*, ou bien on s'interne dans une montagne par des galeries intérieures ou *tunnels*. Par ces moyens et dans les premiers temps, les mineurs ont bien souvent rencontré de très riches dépôts. On a suivi quelques-unes de ces couches aurifères sur des étendues considérables, et l'on cite un de ces tunnels où le produit atteignit 25,000 fr. par semaine, durant toute une campagne. Un des heureux intéressés à des opérations de ce genre a récolté, en quelques années, l'énorme somme de *trois millions de francs*. Les placers de Californie, on le voit, ont quelquefois généreusement récompensé le travail des mineurs; mais combien de malheureux sans aucune chance, pour quelques heureux élus de l'aveugle fortune!

Les travaux des placers sont ceux qui donnent encore le plus de vie à la Californie. D'un bout à l'autre de cet Etat on ne saurait rencontrer, sur les points jusqu'ici accessibles, un plateau qui n'ait été entièrement remanié, une rivière, un ruisseau, un ravin dont le lit n'ait été plusieurs fois remué de fond en comble. L'aspect extérieur du sol emprunte à ces bouleversements quelque chose de triste et de pénible, surtout quand l'ouvrier a disparu. On dirait d'une avalanche, d'un torrent déchaîné, qui a remué le sol jusque dans ses fondements, et entassé çà et là des monceaux de ruines, témoins de son brusque passage.

Quant aux conditions économiques proprement dites du travail sur les placers, on peut calculer que les mineurs perdent dans l'année un bon tiers de leur temps à boire, à chasser, à ne rien faire. Restent 200 à 240 jours d'occupation, sur lesquels ils gagnent en moyenne de 1 1/2 à 2 dollars par journée, et les Chinois de 1 à 1 1/2. Ce qui sur-

prendra certainement, c'est qu'il en était à peu près ainsi pour l'ensemble des mineurs, même aux premiers temps de l'exploitation des placers. Restent toujours les chances, bien souvent vainement attendues, de bénéfices fabuleux, de trouvailles miraculeuses, qui étaient, par contre, aux premiers jours, bien moins rares qu'à présent. Enfin, pour la richesse des placers, elle est restée toujours à peu près la même en certains endroits, et cela tient à des phénomènes particuliers, ou à ce que les sables appauvris y sont lavés avec un soin toujours plus grand. En d'autres points, la teneur en or des terres a de plus en plus diminué, et elles sont abandonnées aux seuls Chinois, qu'on traite bien injustement, il faut le dire, comme de véritables parias. Mais une grande partie des placers secs est encore vierge et reste à examiner, et la Californie est loin d'avoir dit là-dessus son dernier mot. A mesure que de nouveaux canaux s'établissent, les placers secs d'un niveau élevé deviennent exploitables, et bien des années encore s'écouleront avant que tous les terrains d'alluvions aurifères aient été fouillés en Californie.

L. SIMONIN.

REVUE D'ASTRONOMIE

Solidarité des sciences naturelles, prouvée par les travaux de l'astronomie contemporaine.

— La constitution de l'éther déduite de la météorologie; nouvelle théorie de la variation diurne barométrique; *M. C.-L. Henry*. — Découverte de la 61^e petite planète; *M. Ferguson*; — de la 62^e; *MM. Forster et Lesser* (de Berlin). — Observation de la 60^e, à Bilk, par *M. Luther*, qui lui donne le nom de Danaé. — Importance de la découverte des astéroïdes télescopiques pour la connaissance de la constitution du monde solaire. — Observations de la 3^e comète de 1860, par *M. E. Liais*, au Brésil; les éléments de sa trajectoire sont plutôt elliptiques que paraboliques. — Table des durées du crépuscule à différentes latitudes, par *M. Petit* (de Toulouse). — Eclipse du 18 juillet; observations faites à Batna par une commission de l'Ecole polytechnique; point brillant près du bord du disque de la lune; troncature de l'une des extrémités du croissant, confirmée par épreuve photographique; incertitude sur la mesure précise des disques apparents du soleil ou de la lune. — Faisceaux lumineux, partant de la couronne dans la direction des protubérances; *M. Plantamour*. — Eclipse totale de 1861, appel au concours des astronomes, des gouvernements et des amis de la science.

S'il est encore, à notre époque, parmi les personnes vouées à la culture et à l'étude des sciences naturelles, des esprits qui méconnaissent la solidarité des diverses branches de ces sciences, les travaux actuels des astronomes doivent suffire à les convaincre pleinement de leur erreur.

Tant que les problèmes d'astronomie ont été, en majeure partie du moins, du domaine de la mécanique rationnelle, l'analyse mathématique d'une part, les instruments d'optique et d'horlogerie de l'autre, ont été les moyens les plus efficaces de développement et de progrès de la science. Ce progrès ne lui a pas manqué. Les Clairaut et les d'Alembert, les Lagrange et les Laplace ont amené la mécanique céleste à un degré de perfection qui ne laisse plus guère à désirer, sinon dans

les détails, et les mêmes moyens serviront au complet achèvement de cette grande œuvre.

Mais cela ne suffit plus dès qu'il s'agit d'aborder la plupart des problèmes qui forment aujourd'hui les desiderata de l'autre partie de l'astronomie, de celle qu'on pourrait appeler l'organique céleste. Étudier la constitution physique, intime, spéciale, soit des corps du système planétaire dont nous faisons partie, soit des groupes stellaires et des nébuleuses, maintenant qu'on possède les lois générales des mouvements des corps célestes, c'est-à-dire ce qui les réunit; arriver à connaître leurs lois spéciales, ou ce qui les différencie; accumuler tous les éléments qui peuvent permettre de les grouper en familles, en genres et en espèces; pénétrer la nature et les propriétés du milieu où ils se meuvent tous : toutes ces questions si intéressantes sont autant de problèmes qui nécessitent, avec le concours de tous les efforts, l'aide de toutes les parties de la physique, optique et chaleur, magnétisme et météorologie.

La constitution de l'éther, par exemple, depuis que l'existence de ce milieu est une conséquence rigoureuse des derniers progrès de l'optique, a été l'objet d'un grand nombre d'hypothèses, mais ces hypothèses n'ont conduit jusqu'ici, que nous sachions, à rien de bien solidement établi et démontré.

Tout ce qu'on sait, c'est que la densité de l'éther est assez faible pour ne point altérer d'une manière sensible les mouvements des planètes; et s'il est vrai que la comète à courte période d'Encke éprouve dans son mouvement une accélération qu'on ne peut attribuer qu'à la résistance du fluide en question, la petitesse de sa densité n'est point infirmée par cette résistance, la masse des comètes étant elle-même extrêmement faible.

Arago arrive d'une manière très ingénieuse à la même conséquence. Il déduit de l'égalité de vitesse des rayons de diverses couleurs que nous envoient les étoiles changeantes, une limite supérieure de la densité de l'éther. Assimilant la substance de l'éther à celle d'un gaz, il se demande quelle doit être la densité de ce gaz, pour que des rayons rouges et des rayons bleus puissent arriver à peu près simultanément à notre œil, partant de l'énorme distance qui nous sépare des étoiles les plus voisines : « La solution de ce simple problème de physique, dit-il dans son *Astronomie populaire*, étonnera l'imagination par sa petitesse. »

On le voit, c'est à l'optique que l'illustre astronome demande l'éclaircissement d'un point d'astronomie. Nous allons voir aborder le problème général de la constitution de l'éther, en prenant pour base une série d'observations météorologiques. La marche suivie dans ses recherches, par M. le docteur Henry (de Troyes), nous paraît assez digne de remarque pour que nous entrions à ce sujet dans quelques détails. Nous avons entre les mains le mémoire de ce savant : *Essais sur la théorie de la variation diurne barométrique, sur la constitution de l'éther, et sur l'analogie de ce fluide avec le fluide électrique*.

Après avoir exposé dans tous ses détails le phénomène de la variation diurne barométrique, tel que l'ont décrit les physiciens météorologistes, et notamment Kämtz, M. Henry passe en revue les différentes causes qu'on a invoquées jusqu'ici pour l'expliquer, et comme il les trouve insuffisantes, il en conclut la nécessité d'une théorie nouvelle.

Les différents observateurs s'accordent à reconnaître qu'en dehors des variations brusques et accidentelles, la colonne barométrique éprouve des oscillations diurnes qui donnent lieu à deux maxima et à deux minima quotidiens. Les heures de ces extrêmes varient peu suivant les latitudes, mais il n'en est pas de même de l'amplitude des oscillations, qui est la plus grande possible dans les régions voisines de l'équateur, diminue ensuite à mesure qu'on s'en éloigne jusqu'au soixantième ou soixante-dixième degré, où elle devient nulle. A partir de cette latitude, en s'approchant du pôle, les expressions de l'oscillation moyenne deviennent négatives : en d'autres termes, les heures des maxima et des minima sont interverties.

L'influence des saisons sur les heures extrêmes, que Kæmtz nomme les *heures tropiques*; est très marquée; mais cette influence se fait sentir aussi sur l'amplitude des oscillations diurnes. En hiver, elle atteint son minimum, puis elle augmente jusqu'en été, où elle atteint son maximum.

On a cherché la raison de ces phénomènes soit dans l'attraction du Soleil et de la Lune, attraction qui produirait des flux et reflux atmosphériques analogues aux mouvements des marées, soit dans l'action calorifique du Soleil qui, en dilatant les couches d'air, serait cause des déplacements de l'atmosphère ; soit enfin dans la tension de la vapeur d'eau que contient l'air et dans une variation de l'état électrique des couches gazeuses, variation qui serait d'ailleurs la conséquence de la présence ou de la disparition du Soleil.

M. Henry admet les deux premières causes de l'attraction de la Lune et du Soleil, et de l'action calorifique du Soleil ; mais elles sont toutes deux insuffisantes.

« Il résulte de cette discussion, dit-il, qu'aucune des causes invoquées, prises séparément, ne saurait expliquer la variation diurne barométrique, et que leur réunion ne suffit pas non plus pour rendre compte de toutes les circonstances du phénomène. Il faut donc chercher une nouvelle cause qui, réunie aux autres, donne la clef de ces difficultés. Cette cause, je crois l'avoir trouvée dans l'action de l'éther sur l'atmosphère.

» L'existence de l'éther peut être considérée comme démontrée par les travaux des savants modernes sur la lumière ; sa présence dans les espaces célestes doit déterminer une résistance au mouvement de translation de la terre ; l'atmosphère, interposée entre la surface du globe et l'éther, reçoit et transmet cette action qui se traduit dans les variations du baromètre.

» Cette action se manifeste par une pression sur la partie qui reçoit le choc, et une pression négative ou dilatation à la partie opposée.

» Avant de chercher si ces effets se produisent, nous allons déterminer quelle est la partie du globe qui, dans cette hypothèse, reçoit le choc de l'éther. Si nous nous représentons notre planète dans son mouvement de translation, et si nous considérons ce mouvement du centre du soleil, nous verrons la terre se diriger d'Occident en Orient, ou de droite à gauche ; et d'Orient en Occident ou de gauche à droite, si nous considérons ce mouvement de la surface de la terre.

» Par conséquent, si nous regardons le soleil à midi, la partie du globe terrestre qui se dirigera en avant et recevra la pression de l'éther, sera la

partie placée à notre droite, à l'Occident, et pour laquelle le soleil se lève quand il est midi pour nous.

» La pression de l'éther sera perpendiculaire à la surface de la terre, dans un point de l'équateur placé à son intersection avec le méridien de six heures du matin, et l'intensité de son action sera la plus forte dans ce point; elle ira ensuite en diminuant de l'équateur au pôle, et du méridien de six heures du matin à ceux de midi et de minuit; ou, pour mieux dire, cette action se décomposera en deux autres, l'une de pression, l'autre d'impulsion ou de propulsion, la première perpendiculaire et la seconde parallèle à la surface de la terre. En prenant la pression de l'éther à l'équateur égale au rayon, la première action sera représentée par le cosinus, et la seconde par le sinus de l'arc compris entre cette intersection de l'équateur et le point indiqué.

» Ainsi, en partant de l'intersection du méridien de six heures du matin avec l'équateur comme d'un pôle, et en suivant des arcs de grand cercle de ce point jusqu'à la circonférence formée par la réunion des méridiens de midi et de minuit, on verra la pression diminuer comme le cosinus jusqu'à devenir nulle, et la force d'impulsion augmenter comme le sinus jusqu'à devenir égale au rayon..... Considérons maintenant l'influence du mouvement de rotation. Par suite de ce mouvement, toutes les parties de la terre passent successivement par les méridiens de six heures du matin et de six heures du soir, et reviennent au point de départ, de manière à subir la pression positive et négative de l'éther dont l'intensité va en diminuant de l'équateur au pôle¹.

» Nous avons vu l'action de la chaleur varier suivant les saisons, il en est de même pour l'éther, mais les époques du maximum et du minimum ne sont pas les mêmes. — Nous avons en effet supposé l'axe de la terre perpendiculaire à la direction de son mouvement de translation, ce qui ne se rencontre qu'à l'époque des solstices; entre les solstices l'inclinaison varie, et en même temps l'angle que fait la surface de la terre avec les pôles de pression et de non-pression de l'éther. Cette inclinaison est la plus grande aux équinoxes; aussi, dans l'hémisphère boréal, le maximum de la pression a lieu en automne, parce que, dans cette saison, le pôle de la pression s'éloigne de l'équateur pour se rapprocher du pôle arctique, et le maximum de non-pression a lieu au printemps, parce que le pôle de non-pression s'écarte à son tour de l'équateur pour se rapprocher du pôle. De là résulte la grande amplitude de la variation diurne au printemps et à l'automne. Enfin, la résistance de l'éther augmentant avec la vitesse de translation de la terre, elle doit être plus grande en hiver qu'en été; de même le mouvement du soleil et du système planétaire, vers une région déterminée du ciel, doit avoir aussi une influence sur sa variation diurne.

» Pour nous résumer, nous dirons que le maximum de pression de l'éther doit se faire sentir à six heures du matin, et le maximum de non-

¹ On doit faire observer que cette loi n'est point absolue et que le maximum de pression barométrique a été trouvé pour notre hémisphère, non point sur l'équateur, mais entre le 30^e et le 37^e parallèle, suivant la saison et la position en longitude. V. p. 208.

(Note de la Rédaction.)

pression à six heures du soir; que ces deux actions doivent aller en diminuant de l'équateur aux pôles; que la pression doit être la plus grande en automne et la non-pression au printemps, pour l'hémisphère boréal; enfin, que l'action de l'éther doit être plus intense en hiver qu'en été, et au printemps qu'à l'automne, comme nous le montrerons plus loin. »

Telle est, suivant M. Henry, la vraie théorie de la variation diurne barométrique, ou plutôt la cause qu'il faut adjoindre à celles dont on a plus haut fait mention pour donner raison de toutes les circonstances que présente le phénomène.

Nous ne le suivrons pas dans le détail de la discussion à laquelle il se livre pour prouver que sa théorie est justifiée par les faits : des tableaux météorologiques sont joints à son Mémoire et lui servent de points d'appui.

En admettant l'exactitude de cette concordance, il serait donc bien établi que la résistance de l'éther au mouvement de translation de notre globe se manifeste d'une manière sensible par les oscillations diurnes de la colonne barométrique. La méthode de M. Henry nous semble, à ce point de vue, irréprochable. Mais les observations sur lesquelles il s'appuie sont encore bien peu nombreuses; il conviendra de les multiplier sur un grand nombre de points et dans des périodes de temps suffisantes. C'est pour de semblables travaux que se fait sentir la nécessité de l'organisation de stations météorologiques nombreuses, dirigées par d'habiles et consciencieux observateurs : la qualité, en pareil cas, est encore préférable au nombre.

De la pression fournie par l'observation, M. Henry déduit une valeur approximative de l'intensité de l'action de l'éther, soit en supposant l'action calorifique du soleil égale à la pression de l'éther, soit en déduisant l'oscillation moyenne à l'équateur de celle observée par 70° de latitude au solstice d'hiver, quand l'influence de la chaleur solaire est nulle. Cette intensité peut se mesurer, suivant l'auteur du mémoire, par $0^{\text{mm}}.57$, environ dix fois l'amplitude du flux lunaire atmosphérique d'après Laplace.

Toutes les conséquences tirées de cette théorie, quelque légitimes qu'elles soient au point de vue de la logique, ne nous semblent devoir être considérées que comme provisoires. Nous ne croyons pas que M. Henry ait eu la pensée de les donner comme définitives, ni même comme suffisamment exactes dans l'état actuel des données météorologiques. Mais sa méthode n'en est point infirmée, et c'est là la remarque essentielle qui justifie les détails dans lesquels nous sommes entrés à ce sujet. Voici, du reste, le résumé et les conclusions du mémoire :

« L'éther oppose une résistance appréciable au mouvement de translation de la terre. Cette résistance se fait sentir tout d'abord sur l'atmosphère, la partie dirigée en avant se trouve comprimée, et la partie opposée se trouve dilatée.

» La variation diurne barométrique, ou la marée atmosphérique, est produite par l'action combinée de la résistance de l'éther et de la chaleur solaire.

» La température de l'air est modifiée par la pression positive et négative de l'éther; le refroidissement se trouve ralenti le matin et accéléré le soir.

» L'atmosphère est limitée par l'éther ; sa hauteur se trouve aussi modifiée par la résistance de ce fluide ; elle est à son minimum le matin et à son maximum le soir.

» La pression et la dilatation alternative des couches supérieures de l'atmosphère déterminent le mélange des deux gaz qui la constituent, et contribuent à lui donner la même composition dans toute sa hauteur.

» L'éther doit encore avoir une certaine influence sur la tension de la vapeur d'eau et sur la production des vents.

» La résistance de l'éther peut se déterminer à l'aide de la variation diurne barométrique ; elle paraît être comprise entre $\frac{1}{1,100}$ et $\frac{1}{2,400}$ de la pression atmosphérique ; son action totale serait donc en moyenne égale à celle d'un vent de 10 lieues à l'heure, c'est-à-dire de 7,500 grammes environ par mètre carré.

» Cette valeur nous donne le poids et la densité de l'éther à la périphérie de l'orbite terrestre. Ce fluide est donc pondérable ; à la limite de l'atmosphère, ou dans le vide barométrique, il est de 12 à 24 millions de fois moins pesant ou moins dense que l'air pris à la surface de la terre.

» En combinant cette valeur de la densité avec celle de la vitesse de la lumière, on obtient à l'aide de la formule de Laplace, sur la vitesse du son dans l'air :

» 1^o La tension ou force élastique de l'éther, qui correspond dans le vide à une pression d'environ 70,000 atmosphères ;

» 2^o Sa densité absolue, qui est au moins mille millions de fois moindre que celle de l'air ;

» 3^o Sa masse considérable, qui surpasse de beaucoup celle de tous les corps célestes.

» On peut aussi, à l'aide de ces éléments, calculer la perte de mouvement qu'éprouve, de la part de ce fluide, la terre et les autres planètes, dans leur translation autour du soleil.

» Les propriétés que nous avons attribuées à l'éther viennent justifier les conséquences que Bigeon avait tirées de ses recherches sur la théorie du fluide unique de Franklin, et confirmer l'analogie de l'éther avec le fluide électrique.

» Enfin, ces recherches nous ont conduit à expliquer les différents états électriques des nuages, et à découvrir une des principales sources de l'électricité atmosphérique. »

— Le nombre des petites planètes comprises entre Mars et Jupiter va croissant sans cesse, grâce au zèle des chercheurs, et si, comme tout le fait pressentir, le succès continue à couronner ce zèle, la centaine sera bientôt atteinte et dépassée. A peine le soixantième de ces astéroïdes était-il signalé aux observatoires, que M. Leverrier annonçait à l'Institut la découverte du soixante-et-unième, faite en Amérique, par M. Ferguson, le 15 septembre. La nouvelle planète diffère évidemment de celles de MM. Chacornac et Goldschmidt, comme on peut le voir par l'observation suivante :

61^e, le 16 septembre 1860, à 8^h30^m
 $\alpha = 23^{\circ}3'46''$, $\delta = -3^{\circ}29'54''$

Mouvement diurne en ascension droite — 49° , en déclinaison $+ 3'$.

Les découvertes des trois dernières petites planètes, situées comme toujours entre Mars et Jupiter, ont été si précipitées qu'il y a eu un instant confusion sur le numéro d'ordre, dont chacune d'elles doit être affectée. « Si l'on classe cette planète, dit M. Leverrier en annonçant la découverte de M. Ferguson, ainsi que les deux dernières, suivant l'ordre des publications, conformément à l'usage, la planète de M. Chacornac portera le n° 59, celle de M. Ferguson le n° 60, et celle de M. Goldschmidt le n° 61. »

Une remarque assez curieuse, c'est que la découverte de deux astéroïdes a fréquemment pris place à de très courts intervalles, parfois le même jour. Ainsi, Lutetia et Calliope ont été vues le 15 et le 16 novembre 1832; Phoebe et Thémis, le même jour, 6 avril 1853; Bellone et Amphitrite, le même jour aussi, 1^{er} mars 1854; Pomone et Polymnie, le 26 et le 28 octobre 1854; Leda et Lætitia, le même jour, 8 février 1856, et par le même observateur, M. Chacornac; enfin, Daphné et Isis, le 22 et le 23 mai 1856.

— Les lignes qui précèdent étaient écrites depuis deux ou trois jours à peine, quand la nouvelle de la découverte de la 62^e petite planète nous est parvenue. Une lettre de M. Encke, directeur de l'Observatoire de Berlin, annonce que M. le docteur Forster et M. Lesser, attachés au même Observatoire, ont signalé le mouvement propre d'une étoile de onzième grandeur, occupés qu'ils étaient à la recherche et à l'observation de la soixantième.

M. Goldschmidt, que la maladie retenait au lit, et qui, dès lors, n'a pu suivre sa dernière découverte, annonce qu'une observation en a été faite, à Bilk, par M. Luther. Nous la transcrivons ici, en ajoutant que M. Luther a donné à la soixante et unième planète le nom de Danaë.

Danaë, 22 septembre 1860, $11^{\text{h}}32^{\text{m}}10^{\text{s}}$, temps moyen de Bilk.

Ascension droite apparente $22^{\text{h}}23^{\text{m}}10^{\text{s}}$.

Déclinaison australe $3^{\circ}40'$

10° à 11° grandeur.

Ainsi se complète peu à peu le nombre des éléments qui forment notre système planétaire. Sans doute, pris isolément, ces petits astres jouent un bien faible rôle dans l'organisme de ce système; il n'en est plus tout à fait de même quand on les considère en masse. Ils accusent l'existence d'un véritable anneau de matière céleste, laquelle a pu fort bien, suivant les idées cosmiques de Laplace, former antérieurement une couche continue. N'y aura-t-il pas un jour à tenir compte de la résultante de toutes ces petites masses, et à perfectionner ainsi, par la connaissance des perturbations d'un ordre inférieur, la théorie des mouvements des planètes voisines? Sans aucun doute. Mais c'est particulièrement au point de vue de la constitution physique primitive de la nébuleuse solaire que la découverte des planètes télescopiques nous semble précieuse. Nous en dirons autant des observations persévérantes de MM. Coulvier-Gravier et Petit sur les aéroolithes, et de celles de M. le docteur Heis sur la lumière zodiacale.

— M. E. Liais, qui conteste énergiquement l'exactitude des observations de M. Lescarbault, et qui nie l'existence de la planète Vulcain, sans songer peut-être qu'en pareil cas les preuves positives sont toujours supérieures aux preuves négatives, envoie à l'Académie des

Sciences ¹ le résultat des observations de la troisième comète de 1860, faite par lui au Brésil. Suivant cet astronome une ellipse représente notablement mieux qu'une parabole le mouvement de la comète, et il joint à sa lettre les éléments elliptiques de la trajectoire de l'astre.

— Pour en finir avec les petites nouvelles de l'astronomie, nous signalerons l'envoi par M. Petit (de Toulouse) d'une table de la durée des crépuscules solaires, aux différentes latitudes terrestres jusqu'à 70°; cette table, qu'on trouvera dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences, donne cette durée en minutes et dixièmes de minutes, pour toutes les déclinaisons du soleil, en supposant, comme cela est généralement admis, que l'abaissement crépusculaire est de 18° ².

— Les détails relatifs à l'éclipse totale du 18 juillet continuent d'affluer aux journaux scientifiques et aux sociétés savantes. C'est toujours la nouvelle astronomie à l'ordre du jour. La *Presse scientifique des deux mondes* ayant, dans ses précédents numéros, fait une large place à ces détails, nous n'y reviendrons que pour mentionner les observations de l'éclipse partielle, faites à Bruxelles et à Kensington, par MM. E. et Ad. Quételet, et pour enregistrer un ou deux points curieux du phénomène, observés à Batna (Algérie) par les membres de la commission de l'Ecole polytechnique.

« La première impression du disque lunaire sur le soleil, dit M. E. Quételet ³, s'est faite par les sommets de deux montagnes, tandis que, pendant un instant, la partie du bord du soleil comprise entre elles ne paraissait pas déprimée. »

Des observations faites à Batna, il résulte qu'on connaît encore assez mal la grandeur des disques apparents de la lune et du soleil; que la lumière de l'auréole était polarisée au moment de disparaître; le croissant lumineux avait une de ses extrémités effilées, l'autre restant tronquée et arrondie (observation confirmée par épreuve photographique); enfin, qu'un point brillant a été constaté dans une lunette, et à l'œil nu, près du bord du disque de la lune.

M. Plantamour maintient, malgré les critiques du père Secchi, l'exactitude de ses observations qui lui ont fait voir des faisceaux lumineux partant de la couronne, dans la direction des protubérances.

Nous nous bornons à enregistrer ces quelques détails. Il faudra les joindre à ceux qu'on a déjà recueillis, quand il s'agira de les soumettre tous au contrôle d'une comparaison sérieuse, pour en déduire les conclusions si vivement attendues, relatives à la constitution physique de la Lune et surtout du Soleil.

Une autre éclipse totale de Soleil aura lieu en 1861. Malheureusement, c'est en hiver qu'elle aura lieu, et elle ne sera visible que dans des contrées sinon éloignées, du moins peu accessibles aux observateurs. Les marins de la Méditerranée et de l'Atlantique jouiront de ce spectacle assez rare, puisqu'il ne se renouvellera qu'en 1870. Espérons toutefois que les points favorables à l'observation, dans ces deux mers, seront encore le rendez-vous des astronomes intelligents et

¹ *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LI, n° 13, p. 503.

² *Ibid.*, t. LI, n° 13, p. 485.

³ *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, n° 8.

habiles. Les gouvernements se feront peut-être un point d'honneur de concourir largement aux conditions de réussite de ces entreprises désintéressées. Quant au désert du Sahara, nous ne pouvons guère compter qu'il fournisse de zélés observateurs du phénomène.

AMÉDÉE GUILLEMIN.

UN PAS DE PLUS VERS LES SOURCES DU NIL

EN 1860

La question des sources du Nil, problème géographique aussi ancien que le monde, et qui attend encore sa solution, a été bien souvent agitée depuis le commencement du siècle. On a procédé, dans ces derniers temps, par la voie du rapprochement des limites. De hardis voyageurs se sont avancés, pour le résoudre, au nord de l'équateur, en remontant le fleuve Blanc, le Bahr-el-Abiad des Arabes jusqu'au delà du 4^e degré de latitude; tandis que d'autres aussi aventureux atteignaient, en venant de la mer des Indes, le 2^e degré au-dessous de l'équateur.

C'est donc aujourd'hui entre le 4^e degré de latitude nord et le 2^e de latitude sud qu'il faut chercher ces sources mystérieuses.

Les derniers voyageurs qui ont remonté le fleuve Blanc, lequel, par sa réunion avec le fleuve Bleu, Bahr-el-Azrek des Arabes, ou Nil d'Abysinie, forme le fleuve égyptien et en est le bras principal, sont, depuis la mémorable expédition confiée en 1842 par Méhémet-Ali à un de nos compatriotes, M. d'Arnaud, des Européens que le trafic de la gomme ou de l'ivoire a conduits depuis dix-huit ans jusqu'aux dernières limites des expéditions égyptiennes, ou bien encore des missionnaires autrichiens, que le zèle religieux a portés jusque dans ces contrées extrêmes. Les Schellouks, les Denkas, les Nouers, les Barry, les Bhor, les Djour et les Dôr sont, depuis le 12^e degré, où cesse le domaine de la race blanche, les peuples noirs que l'on rencontre successivement sur les bords du fleuve avant d'atteindre Bélénia et Gondokoro, situés entre les 5^e et 4^e degrés de latitude nord, points où se sont arrêtées les dernières reconnaissances. De ces peuples, les uns sont pasteurs, d'autres nomades et chasseurs d'éléphants. Mais au delà de Bélénia, de Gondokoro, que devient le fleuve Blanc? Les informations des indigènes sont contradictoires ou bien tendent le plus souvent à l'exagération.

Il était plus simple de demander à une exploration scientifique la clef de la solution de ce problème. En 1856, M. le comte d'Escayrac de Lauture, qui s'était avantageusement fait connaître par un premier voyage au Kordofan et par d'utiles relations sur le bassin du Nil, fut chargé par le pacha d'Egypte d'une mission pour rechercher les sources du fleuve. Il devait d'abord partir seul ou du moins accompagné de

deux ou trois hommes spéciaux, et dans ces conditions nous ne doutons pas qu'il eût conduit heureusement l'entreprise à lui confiée; mais il lui fallut bientôt admettre une commission cosmopolite; Français, Anglais, Hollandais, Autrichiens, etc., etc., vinrent y apporter leurs idées, leurs passions, et de cette Babel scientifique sortirent la défiance, la jalousie; cette expédition, préparée à grands frais et sur la plus vaste échelle, échoua. Du reste, M. d'Escayrac trouva, au Caire même, dans la profonde ignorance ou le mauvais vouloir des hauts personnages qui auraient dû patronner l'entreprise, un obstacle insurmontable. L'un d'eux lui disait en lui montrant du doigt l'Afrique sur une sphère : « n'est-ce pas folie de croire que le Nil ait sa source au delà de l'équateur; voyez donc! comment pourrait-il alors venir couler dans la Méditerranée! »

En 1858 arriva à Paris un Vénitien, M. G.-G. Miani, depuis longtemps habitué au climat de l'Egypte et qui avait fait, pour les traitants d'ivoire de Khartoum, plusieurs expéditions au fleuve Blanc. Il venait avec la formelle intention de reprendre le projet d'exploration aux sources du Nil et d'organiser une société dans ce but.

Son idée était que le Nil avait une origine commune avec les fleuves de la côte de Zanguebar, et que, comme eux, il sortait d'un grand lac entouré de montagnes élevées appelées *Gebel Regief*, région des tremblements de terre. Ce grand lac était parsemé d'îles, il fourmillait de crocodiles et d'hippopotames; mais, par contre, ses rives offraient aux nouveaux Argonautes qui le voudraient conquérir une véritable toison d'or, c'est-à-dire l'ivoire et la poudre d'or, principales richesses de ces régions équatoriales. Pour faire connaître son plan, il dressa une grande carte du cours du Nil *depuis ses sources*, où, à côté des choses acquises à la science, il entassa les mille détails que lui suggéraient les informations suspectes des noirs, et peut-être aussi sa brillante imagination; il l'appuya d'un mémoire, et parvint à trouver et les fonds nécessaires à l'entreprise, et quelques personnes assez enthousiastes pour l'accompagner.

On partit de Marseille, mais déjà, au Caire, quelques signes de méintelligence éclatèrent entre les nouveaux explorateurs; à Khartoum le désaccord éclata si violemment, que chacun tira de son côté. Les uns tentèrent, sans y réussir, de remonter le fleuve Blanc au delà du dernier point connu; d'autres revinrent en Europe; mais tous ne revirent pas la France, et la mort préleva sa dîme parmi les nouveaux chercheurs des sources du Nil.

Cependant M. Miani était demeuré à Khartoum, abandonné de tous ses compagnons; il voulut persister à s'avancer seul vers le but tant désiré; les moyens d'exécution lui manquaient; il les trouva auprès d'un de ses compatriotes, M. Andrea Debono, l'un des riches trafiquants d'ivoire, avec lequel il avait eu précédemment des relations. Accompagné d'une escorte de 25 soldats, il se rendit, dans le courant de juin 1859, jusqu'à la cataracte de Makedo, que personne n'avait visitée avant lui, et qu'il place vers le 4° degré. Arrivé en ce point, son

escorte ne voulut plus le suivre, et il lui fallut retourner à Gondokoro, où il organisa une nouvelle expédition; il réunit 100 soldats et 150 noirs barry pour porter ses bagages. Le lit du fleuve ne permettait pas de le remonter au-dessus de la cataracte de Makedo, il s'engageait dans les montagnes de Gniri; il le remonta à pied, avec ses gens, par la rive droite, traversa le pays des Onidi ou Auidi, et arriva, le 28 mars 1860, au village de Galuffi, qu'il place, d'après l'estime de ses marches, vers le 2° degré. Au delà de la chaîne de Gniri et de la cataracte de Meri, le fleuve était navigable à la remonte, et les anciens du village de Galuffi lui assurèrent que le fleuve Blanc venait d'un lieu nommé Patico, situé sur les confins de leur pays et de celui des Gallas. Il aurait bien voulu s'y rendre, mais son escorte se révolta, et il lui fallut rebrousser chemin, après avoir, en témoignage de la véracité de son expédition, gravé son nom sur un gros tamarinier, à l'ombre duquel il avait convoqué les anciens du pays pour en tirer quelques informations.

De retour au Caire, M. Miani fit imprimer une analyse de son voyage, et il l'accompagna d'une carte qui donne, du 4° degré à l'équateur, une nouvelle nomenclature de noms de peuples, de rivières, de montagnes. Il est fâcheux que M. Miani n'appuie pas sa relation de détermination d'altitudes, de longitudes et de latitudes. Aujourd'hui, l'on ne se contente plus du récit des aventures et des accidents du voyage, on demande avant toutes choses à l'explorateur, de fixer scientifiquement sur une carte la position des lieux par lui visités.

M. Miani paraît avoir fait faire un pas de plus à la question des sources du Nil. Mais son récit et sa carte ne seront acceptés par les géographes, que comme informations, et il est exposé à perdre ainsi, faute d'un baromètre et d'un thermomètre, le fruit de son dévouement et de la louable persistance qu'il a déployée dans ce dernier voyage.

Un autre voyageur plus habitué aux observations astronomiques, M. le docteur Peney, médecin français établi en Egypte depuis de longues années, vient d'obtenir du gouvernement du vice-roi l'autorisation d'entreprendre un nouveau voyage de découvertes dans les mêmes régions. On peut fonder de justes et de sérieuses espérances sur cette nouvelle entreprise, et il est permis de croire, grâce à la nouvelle impulsion donnée en France et en Angleterre aux voyages de découvertes, qu'avant la fin du siècle nous lirons sur nos cartes d'Afrique : *Ici sont les sources du Nil.*

V. A. MALTE-BRUN.

TRAVERSÉE DES ALPES

PAR UN CHEMIN DE FER ¹.

Entre Saint-Petersbourg et Moscou, à une latitude où l'hiver a la même durée que dans les Alpes, un chemin de fer est exploité avec toute la régularité désirable. Cependant la neige y couvre la terre durant sept mois, et bien qu'elle y tombe, suivant la température, à l'état de poussière fine, de grésil ou de flocons, comme dans les Alpes, l'adhérence n'est nullement diminuée, les foyers ne sont ni obstrués ni refroidis. Or, le trajet de Saint-Petersbourg à Moscou a une longueur de 650 kilomètres, tandis que la région des Alpes, où la neige est permanente sur le tracé projeté, ne dépasserait pas 60 kilomètres.

Enfin les travaux nécessaires pour protéger le chemin de fer contre les eaux torrentielles et les inondations seront d'une très faible importance. Les vallées d'accès des cols ont une pente très variable ; le chemin en tiendra donc rarement le fond. Dans les hautes régions, le torrent s'est creusé un lit profond, dont il ne franchit pas les bords dans les plus grandes crues, et quant aux torrents qui débouchent par les vallées transversales, ils sont de très faible importance et n'exigeront, comme celui dont ils sont tributaires, que des ouvrages de dimensions courantes.

En résumé, l'étude de la climatologie des Alpes fait voir que ces différents obstacles sont loin d'être insurmontables par les moyens dont l'ingénieur dispose actuellement. L'observation démontre que les phénomènes naturels s'y produisent dans des conditions assez bien déterminées, sur des points assez connus et avec des manières d'être particulières assez constantes et périodiques, pour que l'homme puisse les attaquer de front, à l'aide de moyens d'une énergie et d'une précision supérieures.

Rampes. — C'est particulièrement pour triompher de l'obstacle des rampes et des courbes, qu'il faut demander à l'art, sinon des applications absolument nouvelles, du moins l'extension, avec des modifications profondes, des procédés déjà connus.

Dans l'état actuel de l'exploitation des chemins de fer, l'adhérence de la machine seule constitue la limite de la puissance mécanique, c'est-à-dire de l'effort de traction. On sait en effet que les forces mécaniques se transforment sur les chemins de fer en effort de traction, au moyen de l'adhérence des roues motrices des machines sur les rails. Or, cette adhérence, qui n'est autre chose que le frottement, avec altération des matières en contact, est admise *grosso modo* comme égale au sixième

¹ Voir la *Presse scientifique des deux mondes*, t. II de 1860, p. 99.

du poids que portent les roues motrices¹, et jusqu'à présent les progrès de l'art ont permis d'utiliser soit une partie seulement du poids des machines par un seul essieu moteur, soit un peu plus des deux tiers par l'emploi de deux essieux moteurs, soit enfin la totalité par l'emploi de trois essieux moteurs. Récemment on a utilisé une partie du poids du tender et de l'eau d'alimentation, en transmettant la force mécanique à un ou deux essieux du tender; mais on n'a pas encore été au-delà. N'ayant jamais eu besoin, en Europe, de franchir des rampes de plus de 30 à 35 millimètres avec des trains de plus de 90 à 100 tonnes, déduction faite de la machiné et du tender, l'Art a jugé qu'il était inutile de chercher mieux.

Mais nous l'avons déjà dit, à d'autres conditions d'exploitation il faut d'autres méthodes. Dès lors, puisque le poids des trains peut servir à l'adhérence pour gravir les fortes rampes, la ressource pratique qui se présente, la seule dont l'emploi soit rationnel, c'est d'utiliser pour la traction l'adhérence des roues des véhicules à voyageurs et à marchandises.

Que l'on suppose donc un train composé de véhicules supportés par des châssis à quatre roues, dits américains, comme en possède le matériel suisse; que les essieux de chacun de ces chariots soient reliés, par des manivelles et des bielles, à des cylindres auxquels la vapeur provenant d'un générateur placé à une extrémité du train, sera distribuée par un conduit: si la dimension de ces cylindres est telle que la puissance mécanique transmise à chaque roue soit égale à l'adhérence, c'est-à-dire qu'elle constitue un effort de traction égal au sixième du poids porté par chaque roue, il n'y aura d'autre limite au poids du train que la quantité de vapeur produite par le générateur.

La solution que propose ici M. Flachât entraîne donc en même temps l'augmentation de la surface de chauffe des locomotives et la construction d'un matériel nouveau.

Pour ce qui est de la nécessité de construire un matériel spécial, il est à observer qu'elle s'applique à tous les systèmes de traversée des Alpes. Quant à l'augmentation de la surface de chauffe, elle donne lieu à un projet de locomotive à quatre cylindres, d'une puissance encore inconnue dans l'art. Le tableau ci-après fournit quelques élé-

¹ Nous ne saurions trop recommander à nos lecteurs la lecture approfondie de la note C du premier volume, intitulée: *De la nécessité de faire de nouvelles expériences sur le frottement*; par E. Morris. Dans ce travail, qui fut inséré en son temps au journal du *Franklin Institute*, M. Morris montre très bien l'insuffisance des théories actuelles sur la relation entre la pression normale et la valeur du frottement de glissement. De nombreuses observations, révélées par la pratique des chemins de fer, ont montré que le chiffre de $1/6$ généralement adopté pour l'adhérence, est tout à fait incertain. L'auteur a fait très bien ressortir que les expérimentateurs ont négligé le *grippement* des surfaces en contact, le *grippement* dont l'influence sur la valeur du coefficient de frottement a été assez considérable pour expliquer, jusqu'à un certain point, la difficulté de mise à l'eau du *Léviathan* et de quelques autres navires.

ments de comparaison entre la machine nouvelle et huit autres types de locomotives, que nous avons choisis parmi les vingt et un types énumérés par l'auteur dans son ouvrage :

NATURE DES MACHINES	CHEMINS DE FER	CONSTRUC- TEURS	Date de la cons- truction	Surface de chauffe	Surface de grille	Vol. d'eau dans la chaudière	Vol. de va- peur dans la chaudière	Circonfé- rence des roues	Volume de cylindres par kilomè-
				m. q.	m. q.	m. c.	m. c.	m. m.	m. c.
Voyageurs	O. Versailles	Scharp	1840	56	1.046	1.645	1.195	5.215	80.177
Id.	O. Havre	Buddicom	1845	65	1.084	1.671	1.150	5.262	40.262
Crampton	Nord	Cail	1847	101	1.319	2.780	0.850	6.597	41.90
Marchandises	Orléans	Stephenson	1845	68	1.883	1.905	1.760	4.555	60.795
Engerth	Midi	Hesler	1855	152	1.797	4.270	1.683	4.081	113.729
Engerth	Nord	Creusot	1856	196	1.944	4.855	2.055	3.955	131.165
Engerth mixte	Nord	Nord	1856	126	1.340	3.080	1.490	5.463	59.508
Machines pour fortes rampes	Nord	Gouin	1858	124	1.760	2.535	1.645	3.945	103.845
Machine proj. par M. Flachet	Alpes			370	2.970	7.354	3.100	3.140	504.000

C'est de l'étude comparative des vingt et un types de machines dont nous venons de parler, que M. Flachet a déduit l'ensemble des dispositions à prendre pour accroître la puissance de sa nouvelle locomotive. Comme on peut l'apercevoir déjà dans le petit tableau qui précède, les progrès accomplis par les constructeurs de machines locomotives mettent en relief plusieurs faits assez bien établis pour servir de règle à des constructions nouvelles. Ainsi, il est incontestable que l'art tend à obtenir la plus grande puissance mécanique de la moindre quantité de combustible, d'eau et de métal; qu'il y a accroissement continu dans les dimensions des machines; que la surface de chauffe s'accroît également; que l'espace offert dans les cylindres, à la vapeur, pour sa détente, s'accroît aussi; enfin, qu'il en est de même, mais dans des rapports variables, de la surface de la grille, de la capacité de la chambre de combustion, de l'étendue du contact des gaz du foyer avec les surfaces métalliques du générateur, du volume d'eau dans la chaudière et du volume du réservoir de vapeur.

En outre de ces résultats, qui sont acquis désormais d'une manière absolue, il en est d'autres établissant des rapports entre les divers éléments de la puissance mécanique, mais ne présentant pas tous le même degré de certitude. Parmi ces derniers, il s'en trouve cependant qui peuvent rendre des services réels dans l'appréciation des conditions à remplir pour la traversée des Alpes, le long de ram-

pes fortement inclinées. Ainsi, il paraît constaté, d'après le rapport du volume de cylindrées à la surface de chauffe, que la puissance de dilatation de la vapeur produit un effet utile plus grand dans les machines remorquant de fortes charges à de faibles vitesses, que dans les machines destinées aux trains légers et rapides; en second lieu, l'étendue du contact des gazs chauds avec le métal de la chaudière tend à s'accroître; on observe dans les machines construites récemment un allongement notable du foyer, en vue surtout de la consommation exclusive de la houille; enfin, le poids du générateur, abstraction faite du mécanisme de transmission de la force, est sensiblement proportionnel à l'accroissement de la surface de chauffe.

La machine la plus puissante qui ait été faite jusqu'à ce jour, est la machine Engerth, construite par le Creuzot, pour le chemin de fer du Nord, en 1856; comme on le voit, d'après le tableau précédent, elle a 196 mètres carrés de surface de chauffe.

A l'aide des résultats qu'elle a fournis depuis le commencement de son service, on a calculé qu'elle réalise un effort de 5,859 kil., avec 587 kil. de houille, vaporisant 5,454 kil. d'eau. L'adhérence disponible de cette machine, comptée au sixième du poids porté par ses huit roues motrices, est de 6,716 kil., c'est-à-dire supérieur d'un septième à l'effort continu dont la machine est capable. Elle pèse, d'ailleurs, avec son tender et son approvisionnement d'eau, 62,800 kilogrammes.

Cependant, la machine Engerth est encore très inférieure à ce que l'art doit réaliser dès à présent, car non-seulement elle ne peut parcourir des courbes de moins de 150 mètres de rayon — même lorsqu'elle est posée sur un véhicule articulé et sur quatre essieux — mais encore sa puissance de traction sur une rampe de 50 à 60 millimètres se trouve réduite dans une proportion considérable. Ainsi, tandis que sur une rampe de 5 millimètres elle remorque 490 tonnes de poids net, elle n'en remorquerait que 28 sur une rampe de 50 millimètres, et 17 sur une rampe de 60 millimètres.

De la disposition générale qui est résultée de cette étude critique et comparative des différents types connus de machines, M. Eugène Flachat espère les résultats suivants : à la vitesse de 16 kilomètres à l'heure, le nouveau générateur convertira en vapeur 28 kilog. d'eau, au moins, par mètre carré de surface de chauffe, soit, en totalité, 10,360 kilog. L'effort de traction qu'il pourra maintenir sera de 12,500 kilogrammes; le poids qui pourra être remorqué par cette force mécanique sera, sur une rampe de 50^{mm}, de 216 tonnes. Le générateur pesant 62 tonnes, il en restera 144 pour le train, qui portera ainsi 400 tonnes de poids net. Le poids qui paye sera donc au poids total, dans le rapport de 46 à 100. Sur une rampe de 60^{mm}, ce rapport serait en

core 44.5 0/0. Or, la machine Engerth donne, pour le même rapport, 27.1 0/0 sur une rampe de 50^{mm}, et 19.8 sur une rampe de 60. Enfin, comme le matériel sera porté sur châssis mobile, et non assemblé à poste fixe, des générateurs de poids plus faible ou plus considérable pourront desservir un trafic moindre ou plus étendu, suivant les besoins de la circulation.

Des avantages si réels et en si grand nombre font véritablement de la locomotive projetée par M. Flachet un engin nouveau dans l'exploitation des chemins de fer. L'une des causes de l'augmentation si considérable d'effet utile de la vapeur dans le générateur destiné aux Alpes, est l'espace offert dans les cylindres à la détente de la vapeur. La différence entre la machine Engerth et la machine Flachet n'est pas moins du simple au double, à savoir 668 litres de vapeur par mètre carré de surface de chauffe dans la première, et 1,362 dans la seconde. Dans le système ordinaire, il y a deux cylindres par machine, tandis que dans le nouveau il y aura quatre cylindres par véhicule. Sans doute ces cylindres seront beaucoup moins grands, mais le volume total qu'ils offriront à la détente de la vapeur sera plus du double de ce qu'il est dans les machines les plus puissantes. Dans ces conditions, on obtiendra non-seulement l'effort de traction nécessaire par l'inclinaison des rampes, mais encore la permanence de cet effort et une réserve de vapeur disponible sur toute la longueur du parcours.

L'un des avantages les plus précieux de ce système de locomotion, dans lequel l'adhérence du train tout entier se trouve utilisée, c'est de pouvoir descendre les pentes en faisant usage de la contre-vapeur comme frein ordinaire, les autres freins ne devant servir que d'auxiliaires en cas de désarroi des appareils moteurs. On comprend, en effet, que la contre-vapeur sera le plus élastique et le plus puissant de tous les freins, surtout dans ces conditions de division de la force d'enrayage sur toute l'étendue du convoi.

Nous devons signaler ici une expérience des plus concluantes, faite pendant ces dernières années sur un chemin de fer américain qui traverse le faite des Alleghanys, à l'aide d'une série de rampes dont plusieurs dépassent 50^{mm}. Ce chemin, appelé le *Mountain Top-Track*, est une portion de la ligne de Richmond à l'Ohio. L'Etat de Virginie avait entrepris la construction de 27 kilomètres, comprenant le passage de la *Crête bleue* et le tunnel que l'on supposait nécessaire pour ce passage. Après quatre années de travaux, on acquit la conviction qu'il en fallait au moins trois encore pour achever le tunnel. M. Ellet, ingénieur en chef de la compagnie, voyant que cette dernière ne pourrait jouir de longtemps de l'intérêt du capital dépensé, se décida à traverser la crête par un chemin provisoire propre à la circulation des ma-

chines locomotives. Le plein succès de sa tentative, malgré l'opposition de ses collègues, permit de réunir les deux tronçons de lignes arrêtées au pied de la montagne, à l'est et à l'ouest : sept mois suffirent à l'achèvement de ce travail.

Le *Mountain Top-Track* traverse le faite de la Crête bleue à *Rockfish Jap*, à la hauteur de 575 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le plateau de ce faite est très étroit; on le franchit à l'aide d'une courbe de 90 mètres de rayon; il peut à peine contenir un train complet; sur les deux versants la pente descend immédiatement avec une déclivité considérable.

Du côté de l'ouest, la longueur du versant est de 3,248 mètres. La hauteur à racheter est de 137^m.25, ce qui donne une pente uniforme de 42 millimètres; la pente maxima est de 53 millimètres; des deux côtés de la montagne, les courbes ont 90 mètres de rayon; elles sont tracées sur des rampes de 45.

Du côté de l'est la hauteur à franchir est plus considérable, la longueur de la ligne de déclivité, du sommet à la base, étant de 4,218 mètres; la différence de hauteur est de 186^m.67, et la pente moyenne de 49 millimètres. La pente maxima qui règne sur 800 mètres est de 56 millimètres. Le rayon des courbes n'a pu être partout maintenu au chiffre de 90 mètres : en un point, vers le milieu du versant de la montagne, la courbe est de 71^m.37, et la pente de 45 millimètres par mètre.

La longueur totale du tronçon, du pied de la montagne à l'est au pied de la montagne à l'ouest, est de 7,064 mètres. Mais comme il est survenu des obstacles dans la construction d'autres parties du chemin, il est devenu nécessaire de le prolonger de 5,631 mètres et de le contourner en quatre points différents pour éviter des tranchées et des remblais. De cette façon la distance totale parcourue par les machines de montagnes est de 12,745 mètres, soit environ 8 milles.

L'ouverture du chemin a eu lieu au printemps de 1854. Vers la fin de 1856, c'est-à-dire après deux ans et demi d'exploitation, l'ingénieur en chef constatait, dans son Rapport à la compagnie ¹, que pendant tout ce temps les machines n'avaient manqué qu'une seule fois dans leur service. A l'exception de ce seul jour, où le train avait été enveloppé par une trombe de neige, tous les obstacles que produisent le mauvais temps et les rigueurs de la saison d'hiver la plus rude, avaient été surmontés avec succès. Cependant la montagne avait été couverte de neige pendant des semaines entières, les tranchées s'étaient fréquemment remplies de neige chassée par le vent, et la terre avait été couverte de glace et de verglas, sans que le service de la poste eût ja-

¹ Une analyse de ce Rapport a été lue à Paris, à la Société des Ingénieurs civils, par M. Nancy, en 1857. Voir le *Bulletin de la Société*, 1857, p. 823.

mais été interrompu. Or, pendant l'un de ces hivers, la circulation avait été plusieurs fois arrêtée sur les chemins de fer de la Virginie et sur plusieurs chemins des Etats du Nord et de l'Ouest.

Un résultat aussi remarquable a été dû surtout à l'excellent système de locomotives employé par M. Ellet. Ces machines, construites par MM. Baldwin et C^e, de Philadelphie, sont montées sur six roues couplées très rapprochées les unes des autres et ayant 1^m.067 de diamètre. L'écartement des essieux extrêmes est de 2^m.85; seulement, afin de diminuer la résistance dans les courbes, le tender n'existe pas, et la machine portant avec elle son chargement d'eau et de combustible, le poids servant à l'adhérence se trouve augmenté dans une notable proportion. Enfin, pour permettre aux machines de mieux s'adapter aux courbures du chemin, les essieux d'avant et du milieu sont reliés par des tirants en fer forgé, terminés à chaque extrémité par des boîtes cylindriques destinées à les embrasser. Ces tirants tournent autour de chevilles sphériques fixées au châssis de la machine de chaque côté, et reposent sur leurs centres. L'objet de cette disposition est de former un truck flexible, qui permette au mécanisme de franchir facilement les courbes du chemin.

Il est à remarquer que les machines s'arrêtent tous les jours, pour prendre de l'eau, sur une rampe qui n'a pas moins de 53^{mm}, et que les freins les retiennent en place pendant tout le temps que dure l'alimentation. D'ailleurs elles se remettent en route sans difficulté au premier signal. Leur effort de traction sur une rampe de 58 millimètres est de 64 kilog. par tonne, ce qui constitue l'emploi de l'adhérence à un peu moins de un cinquième du poids porté par les roues motrices de la machine. La vitesse ordinaire des trains, lorsqu'ils sont chargés — c'est à dire lorsque le poids total est d'environ 70 tonnes — est de 12 kilomètres par heure à la montée et de 8.8 à 9.6 à la descente. Il n'est pas douteux que l'on arriverait facilement à dépasser cette charge et ces vitesses, mais la compagnie s'est imposé de ne le faire qu'exceptionnellement; elle veut avec raison que l'exploitation soit conduite avec une entière sécurité, sans faire courir aucun risque aux voyageurs. Aussi le règlement exige-t-il que nul wagon ne puisse franchir la montagne sans être muni, pour chaque roue, d'un frein capable de l'enrayer; après chaque voyage les freins sont visités par un agent spécial.

Dans les conditions ordinaires, les freins de deux des voitures seulement suffisent pour contrôler et régler la marche de la machine. Il va sans dire que, à mesure que le nombre des voitures augmente, les freins deviennent plus efficaces pour parer aux chances de rupture des barres d'attelage. Chaque voiture est munie aussi de chaînes très fortes, destinées seulement à fonctionner en cas d'accident. En outre, pour

que la sécurité du train ne repose pas sur les freins seuls, il y a dans la chambre à vapeur une soupape manœuvrée par le mécanicien, et à l'aide de laquelle on peut soit venir en aide aux freins des voitures, soit mettre en jeu, dans un sens ou dans un autre, toute la force de la machine. Celle-ci, d'ailleurs, porte avec elle son approvisionnement de sable, pour les cas où la gelée fait manquer les freins sur les rails.

Nous dirons enfin, pour compléter ces données¹, que deux machines font chacune deux voyages d'aller et retour en vingt-quatre heures. La dépense de traction, en totalité, se monte à 49,800 francs par an, et l'entretien de la voie à 23,975 fr., ce qui donne, par kilomètre exploité et par an, 5,731 francs, soit 1 fr. 59 c. par kilomètre parcouru. Dans ces dépenses ne sont pas comprises, il est vrai, les réparations et la dépréciation du matériel, ce chapitre ayant été porté au compte du réseau entier.

Une telle expérience faite avec succès, quoique sur une petite échelle, dans la chaîne des Alleghany, nous paraît être un argument d'une grande importance en faveur du projet de M. Flach, si l'on observe surtout que les difficultés de la traversée sont les mêmes quant aux rampes et à la climatologie, tandis que la puissance des machines Baldwin est incomparablement inférieure à celle des machines Flach. De plus, dans le *Mountain Top-Track* l'adhérence n'est employée qu'à $1/3.56$ du poids de la machine et du tender, ce qui équivaut à moins de $1/16$ du poids total du train; tandis que dans le passage du Simplon l'adhérence du train tout entier se trouvant utilisée, il n'y a d'autre limite à l'effort de traction que la puissance de vaporisation du générateur lui-même.

Avant de passer à l'examen du rôle que jouent les courbes dans la question qui nous occupe, il nous faut dire quelques mots des appareils destinés à utiliser à la traction l'adhérence du poids porté par les roues du train tout entier.

Le générateur, posé sur deux trucs ou bogies de la forme de ceux employés dans le matériel suisse, et pesant chacun, au maximum, de 5 à 6 tonnes, devra être susceptible de fournir de la vapeur sous la pression effective de 5 atmosphères au moins, à tel nombre de cylindres que, d'après la nature du trafic, l'ingénieur croira devoir fixer, par le nombre même des véhicules dont il voudra composer les convois. On pourra donc employer des générateurs de poids très différents, suivant la composition réglementaire des trains. La grande longueur disponible résultant de l'emploi des trucs ou bogies pour supports du générateur, permettra de porter la surface de chauffe, si on le veut, à 500 mètres carrés et plus, au lieu de 370 comme cela est indi-

¹ Voir, pour de plus amples détails, l'ouvrage de M. Flach, t. 1, p. 53.

qué au tableau ci-dessus. Les cylindres seront extérieurs; les roues pleines et en fer forgé, ainsi que les cylindres; les bandages en acier, ainsi que les tiges et les bielles. Il ne sera employé de fonte ni dans le mécanisme ni dans les châssis.

Le conduit de vapeur et d'échappement, chargé de distribuer la force motrice à tous les wagons, se composera, dans toutes les parties rigides, de deux tubes concentriques en fer forgé, l'intérieur servant pour la conduite de la vapeur et l'extérieur pour l'échappement. Ce double tube, rigide entre deux trucs de chaque véhicule, sera porté par deux points de suspension placés chacun au centre de chaque truc, sous la cheville ouvrière. Il y aura un joint à dilatation entre les deux trucs. Au point de jonction des deux tubes avec les cylindres, sera appliqué un joint tournant, semblable à celui que l'on emploie pour la prise de vapeur et le conduit d'échappement dans les machines de navigation à cylindres oscillants. Au point d'attache entre deux véhicules, le conduit de vapeur et celui d'échappement se sépareront en affectant la forme d'un demi-cercle, avec deux parties droites à l'emmanchement. En cet endroit, la flexibilité du conduit de vapeur sera obtenue au moyen d'un premier fourreau en caoutchouc vulcanisé à 400 degrés, semblable à celui que l'on emploie aujourd'hui à la communication des machines avec le tender, et recouvert d'un étui composé de plusieurs enveloppes inextensibles. Ces deux branches s'ouvriront et se fermeront sans que leur forme soit modifiée et sans nuire à la résistance du conduit, préalablement éprouvé pour 20 et 25 atmosphères. Le conduit de vapeur enfin sera préservé du froid, dans les parties rigides, par l'espace annulaire du conduit d'échappement; cette partie sera enveloppée de feutre, et placée dans une caisse en tôle légère. Il en sera de même du mécanisme des châssis et de toutes les parties pouvant craindre le froid.

Chacun peut concevoir mille dispositions de détail pour préserver la vapeur de la condensation durant son trajet; nous ne nous arrêterons donc pas plus longtemps sur cet appareil, qui offre évidemment une simplicité très grande, les trucs ou bogies n'ayant ni foyer, ni chaudière, ni pompes, et le conduit de vapeur ne présentant qu'un point flexible, qui n'éprouve d'ailleurs aucune fatigue.

4 DE 61

FÉLIX FOUCOU.

LA PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

Est publiée sous la direction de M. J.-A. BARRAL, président du *Cercle de la Presse scientifique*, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture de France, professeur de chimie, ancien élève et répétiteur de l'École polytechnique, membre de la Société philomatique, des Conseils d'administration de la Société chimique et de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, des Sociétés d'agriculture ou académies d'Alexandrie, Caen, Clermont, Dijon, Florence, Lille, Luxembourg, Meaux, Metz, Munich, New-York, Rouen, Spalato, Toulouse, Turin, Vienne, etc.

M. FÉLIX FOUCOU, ingénieur, ancien officier de marine, est secrétaire de la rédaction.

La *Presse Scientifique des deux mondes* publie périodiquement le compte rendu des séances du *Cercle de la Presse scientifique*. Les communications faites à cette association sont soumises, au préalable, à l'examen d'un comité composé ainsi qu'il suit : *Président* : M. Barral. — *Vice-Présidents* : MM. le docteur Caffé, rédacteur en chef du *Journal des Connaissances médicales*; vicomte Du Moncel, ingénieur civil, auteur de la *Revue annuelle des applications de l'électricité*; Faure, ingénieur civil, professeur à l'École centrale des arts et métiers; J. Mareschal (oncle), ancien directeur des Beaux-Arts. — *Secrétaire* : M. Félix Foucou, ingénieur. — *Vice-Secrétaire* : M. Desnos, ingénieur civil, directeur du journal *l'Invention*. — *Membres* : MM. Baudoin, manufacturier; Bertillon, docteur en médecine; Paul Borie, manufacturier; Breulier, avocat; Chenot fils, ingénieur civil; Cazin, docteur en médecine; Féline, publiciste; Garnier fils, horloger-mécanicien; Gaugain, rédacteur en chef du *Journal des Mines*; Grassi, pharmacien; Komaroff, colonel du génie russe; Laurens, ingénieur civil; Lenoir, abbé; Martin de Brettes, capitaine d'artillerie, professeur à l'École d'artillerie de la garde; Mareschal (neveu), constructeur-mécanicien; O'Rorke, docteur en médecine; Petitpierre-Pellion, ingénieur civil des mines, ancien secrétaire du Cercle de la Presse Scientifique; Perrot, manufacturier; Porro, officier supérieur du génie sarde; Henri Robert, horloger de la Marine; Silberman (aîné), conservateur des galeries du Conservatoire des arts et métiers. — *Membre adjoint*, avec voix consultative : M. Lemonnyer, avocat, administrateur-trésorier du Cercle.

M. Barral a partagé la tâche de la rédaction entre ses collaborateurs ainsi qu'il suit : M. VICTOR MEUNIER traitera la géologie et la paléontologie; M. le docteur CAFFÉ et M. le docteur E. DALLY, la médecine; M. le docteur BERTILLON, la biologie et la statistique; M. GUILLARD, la botanique; M. KOMAROW, le mouvement des sciences en Russie; M. de LUCA, celui des sciences en Italie; M. BARTHE, celui des sciences et de l'industrie en Amérique; M. FORTHOMME, celui de la physique expérimentale et mathématique en Allemagne; M. DU MONCEL, l'électricité et le magnétisme; M. FOUCOU, les mathématiques et la physique générale; M. GULLENIN, l'astronomie; M. MARESCHAL (neveu), la mécanique pratique; M. STANISLAS MEUNIER, la chimie; M. BREULIER, le droit et ce qui concerne les brevets d'invention; M. MAURICE, ingénieur civil, l'industrie; M. GAUGAIN, la minéralogie et la métallurgie.

Tout ce qui concerne la rédaction de la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES doit être adressé franco à M. BARRAL, directeur, rue Notre-Dame-des-Champs, 82, à Paris.

PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

PARAIT

tous les quinze jours, le 1^{er} et le 16 de chaque mois, par livraisons de 100 pages grand in-8°

ET FORME TOUS LES TROIS MOIS UN VOLUME DE 600 PAGES — 4 VOL. PAR AN

Des gravures sont intercalées dans le texte toutes les fois que cela est nécessaire

PRIX DE L'ABONNEMENT

PARIS ET LES DÉPARTEMENTS

Un An..... 25 fr. | Six Mois..... 14 fr.

ÉTRANGER

Franco jusqu'à destination

	UN AN	SIX MOIS
Belgique, Sardaigne, Suisse.....	29 fr.	16 fr
Angleterre, Autriche, Bade, Bavière, Égypte, Espagne, Grèce, Hesse, Pays-Bas, Prusse, Saxe, Turquie, Wurtemberg.....	33	18
Colonies anglaises et françaises, Cuba (voie d'Angleterre), Iles Ioniennes, Moldo-Valachie, Deux-Siciles, Toscane.....	37	20
États-Romains.....	43	23

Franco jusqu'à la frontière de France

Danemark, Villes libres et Duchés allemands..... 25 14

Franco jusqu'à leur frontière

Portugal.....	29	16
Pologne, Russie, Suède.....	33	18
Brésil, Buénos - Ayres, Canada, Californie, États-Unis, Mexique, Montévidéo (voie d'Angleterre).....	37	20
Bolivie, Chili, Nouvelle-Grenade, Pérou, Java, Iles Philippines (voie d'Angleterre).....	43	23

Le prix de chaque Livraison, vendue séparément, est de 4 fr. 50 c.

ON S'ABONNE :

- A Paris.....** au bureau de la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES, 21, rue de Richelieu;
à l'imprimerie de Dubuisson et Ce, 5, rue Coq-Héron.
- Dans tous les Départements :** chez tous les Libraires.
- A Saint-Petersbourg.** S. Dufour; — Jacques Issakoff.
- A Londres.....** Baillière, 219, Regent street; — Barthès et Lowell, 14, Great Marlborough street.
- A Bruxelles.....** Emile Tarlier, 5, rue Montagne-de-l'Oratoire; — A. Deck.
- A Leipzig.....** T.-O. Weigel; — Königs-Strasse.
- A New-York.....** Baillière; — Wiley.
- A Vienne.....** Gerold; — Sintenis.
- A Berlin.....** bureau des postes.
- A Turin.....** Bocca; — Gianini; — Martetti.
- A Milan.....** Dumolard.
- A Madrid.....** Bailly-Baillière.
- A Constantinople....** Wick; — bureau des postes.
- A Calcutta.....** Smith, Eldez et Ce.
- A Rio-Janeiro.....** Garnier; — Avrial; — Belin.